

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-052644

(43)Date of publication of application : 19.02.2002

(51)Int.Cl.

B32B 15/08

H01F 17/00

H01F 19/06

H01G 4/40

H01P 1/203

H01P 1/205

H03B 5/18

H03H 7/075

H03H 7/09

(21)Application number : 2000-241439

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 09.08.2000

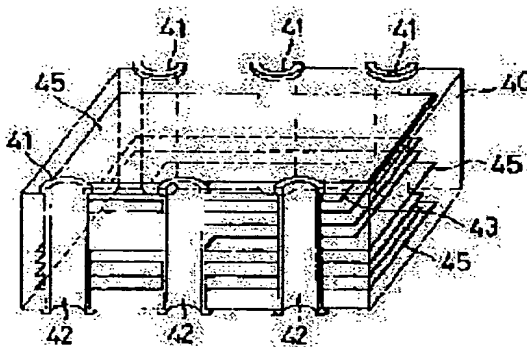
(72)Inventor : TAKATANI MINORU  
ENDO TOSHICHI

## (54) ELECTRONIC PART

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electronic part which shows a high wavelength shortening effect, an excellent high frequency characteristic, is small-sized and shows a high performance and excellent overall electronic properties by combining a plurality of hybrid materials.

SOLUTION: A balun transformer 40 has a laminate of composing layers 40a composed of a hybrid material and the like, a GND 45 and an internal conductor 43 disposed on the upper and lower sides of and between the laminate. An electronic part has at least one conductive layer between the hybrid materials to form a predetermined electric circuit wherein the hybrid material contains two or more material powders selected from at least one or more dielectric material powders, one or more magnetic material powders and one or more metal powders coated with a dielectric material or one or more magnetic powders coated with an insulating material and a resin material.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

19.06.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-52644

(P2002-52644A)

(43) 公開日 平成14年2月19日 (2002.2.19)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テマコード (参考)
B 3 2 B	15/08	B 3 2 B 15/08	A 4 F 1 0 0
H 0 1 F	17/00	H 0 1 F 17/00	B 5 E 0 7 0
	19/08	19/08	5 E 0 8 2
H 0 1 G	4/40	H 0 1 P 1/203	5 J 0 0 6
H 0 1 P	1/203	1/205	B 5 J 0 2 4

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 29 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-241439(P2000-241439)

(22) 出願日 平成12年8月9日 (2000.8.9)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケー株式会社

東京都中央区日本橋一丁目13番1号

(72) 発明者 高谷 稔

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内

(72) 発明者 遠藤 敏一

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内

(74) 代理人 100082865

弁理士 石井 陽一

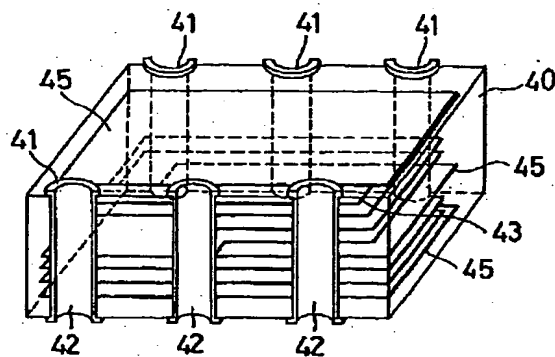
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子部品

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 複数のハイブリッド材を組み合わせること  
で、波長短縮効果が高く、高周波特性にも優れ、小型で  
高性能の、ひいては総合的な電気的特性に優れた電子部  
品を提供する。

【解決手段】 パルトラスト40は、ハイブリッド材  
により形成されている構成層40a等が積層され、その  
上下および中間にGND45と、内部導体43を有す  
る。ハイブリッド材の少なくとも1層に形成されている  
導電体層とを有し、この導電体層により所定の電気回路  
が構成され、前記ハイブリッド材は、少なくとも1種ま  
たは2種以上の誘電体材料粉、1種または2種以上の磁  
性材料粉、および1種または2種以上の誘電体被覆金属  
粉、または1種または2種以上の絶縁体被覆磁性金属粉  
から選択される2種以上の材料粉と、樹脂材料とを含有  
する構成の電子部品とした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくともハイブリッド材により形成されている構成層と、

前記構成層の少なくとも1層に形成されている導電体層とを有し、この導電体層により所定の電気回路が構成され、

前記ハイブリッド材は、少なくとも1種または2種以上の誘電体材料粉、1種または2種以上の磁性材料粉、および1種または2種以上の誘電体被覆金属粉、または1種または2種以上の絶縁体被覆磁性金属粉から選択される2種以上の材料粉と、樹脂材料とを含有する電子部品。

【請求項2】 前記誘電体被覆金属粉は、金属粒子の表面が誘電体で覆われており、前記絶縁体被覆磁性金属粉は、磁性金属粒子の表面が絶縁体で覆われている請求項1の電子部品。

【請求項3】 前記誘電体材料粉は、セラミック誘電体破砕粉であり、前記磁性材料粉は、強磁性金属粉、磁性フェライト破砕粉、または単結晶フェライト破砕粉である請求項1または2の電子部品。

【請求項4】 少なくとも誘電体材料粉と、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、および絶縁体被覆磁性金属粉から選択される1種以上の材料粉とを含有する請求項1～3のいずれかの電子部品。

【請求項5】 少なくともいずれかの層に1種または2種以上の難燃剤を含有する請求項1～4のいずれかの電子部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プリブレグおよび基板を用いた電子部品や積層回路に関し、特に高周波数領域（100MHz以上）での使用に好適であり、波長短縮効果の優れたプリブレグおよび基板を用いた電子部品に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、通信用、民生用、産業用等の電子機器の分野における実装方法の小型化・高密度化への指向は著しいものがあり、それに伴って材料の面でもより優れた耐熱性、寸法安定性、電気特性、成形性が要求されつつある。

【0003】高周波用電子部品もしくは高周波用多層基板としては、焼結フェライトや焼結セラミックを基板状に多層化、成形したものが一般に知られている。これらの材料を多層基板にすることは、小型化が図れるというメリットがあることから従来より用いられてきた。

【0004】しかしながら、これら焼結フェライトや焼結セラミックを用いた場合、焼成工程や厚膜印刷工程数が多く、また、焼成時のクラックや反り等、焼結材料特有の問題が多いことと、プリント基板との熱膨張係数の違い等によるクラックの発生等といった問題が多いこと

から、樹脂系材料への要求が年々高まっている。

【0005】しかしながら、樹脂系の材料ではそれ自体で十分な誘電率を得ることが極めて困難であり、透磁率の向上を図ることも困難である。このため、単に樹脂材料を利用した電子部品では、十分な特性を得ることができず、形状的にも大きなものとなり、小型、薄型化を図ることが困難である。

【0006】また、樹脂材料にセラミック粉末をコンポジットする手法も、例えば特開平8-69712号公報、同11-192620号公報に開示されているが、いずれも十分な高周波特性や磁気特性を得られてはいない。また、波長短縮に関する材料の具体的な検討もなされていない。

【0007】また、特公平6-14600号公報には、シート法による複数材料を多層化する例が示されているが、工程数が多いなどの問題を有し、1つの層に複数材料を含有するハイブリット化への具体的な検討はなされていない。しかも個々で検討されている周波数は高々数MHz程度であり、100MHz以上の高周波領域における性能については何ら検討されていない。また、波長短縮に関する材料の具体的な検討もなされていない。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、複数のコンポジット材料を組み合わせることで、波長短縮効果が高く、高周波特性にも優れ、小型で高性能の、ひいては総合的な電気的特性に優れた電子部品を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的は、下記の本発明によって達成される。

(1) 少なくともハイブリッド材により形成されている構成層と、前記構成層の少なくとも1層に形成されている導電体層とを有し、この導電体層により所定の電気回路が構成され、前記ハイブリッド材は、少なくとも1種または2種以上の誘電体材料粉、1種または2種以上の磁性材料粉、および1種または2種以上の誘電体被覆金属粉、または1種または2種以上の絶縁体被覆磁性金属粉から選択される2種以上の材料粉と、樹脂材料とを含有する電子部品。

(2) 前記誘電体被覆金属粉は、金属粒子の表面が誘電体で覆われており、前記絶縁体被覆磁性金属粉は、磁性金属粒子の表面が絶縁体で覆われている上記(1)の電子部品。

(3) 前記誘電体材料粉は、セラミック誘電体破砕粉であり、前記磁性材料粉は、強磁性金属粉、磁性フェライト破砕粉、または単結晶フェライト破砕粉である上記(1)または(2)の電子部品。

(4) 少なくとも誘電体材料粉と、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、および絶縁体被覆磁性金属粉から選択される1種以上の材料粉とを含有する上記(1)～(3)

のいずれかの電子部品。

(5) 少なくともいずれかの層に1種または2種以上の難燃剤を含有する上記(1)～(4)のいずれかの電子部品。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明について詳細に説明する。本発明の電子部品は、少なくともハイブリッド材により形成されている構成層と、この構成層の少なくとも1層に形成されている導電体層とを有し、この導電体層により所定の電気回路が構成され、前記ハイブリッド材は、少なくとも1種または2種以上の誘電体材料粉、1種または2種以上の磁性材料粉、および1種または2種以上の誘電体被覆金属粉、または1種または2種以上の絶縁体被覆磁性金属粉から選択される2種以上の材料粉と、樹脂材料とを含有するものである。

【0011】このように2種以上の種類の異なる粉体、また同種であっても組成、電気、磁気特性の異なる粉体と樹脂とを混合することによって、誘電率や透磁率の調整が容易となり、各種電子部品に合わせた特性に調整することができる。特に、波長短縮効果のある誘電率や透磁率を最適な値にすることにより、装置の小型化、薄型化が実現できる。また、比較的周波数の低い領域で良好な電気特性が得られる材料と、比較的周波数の高い領域で良好な電気特性が得られる材料とを組み合わせることにより、広い周波数帯域で良好な電気特性を得ることができる。

【0012】また、このようなハイブリッド層を用いて基板、電子部品を形成する場合、接着剤等を用いることなく、銅箔との接着やパターニングが実現でき、かつ多層化を実現することができる。こうしたパターニングや多層化処理は、通常の基板製造工程と同じ工程でできるので、コストダウンおよび作業性の改善を図ることができる。また、このようにして得られる基板による電子部品は、高強度で、高周波特性の向上したものである。

【0013】さらに、本発明を詳細に説明する。電子部品、基板上での実行波長 $\lambda$ は、 $\lambda = \lambda_0 / (\epsilon \cdot \mu)^{1/2}$ で与えられる。ここで、 $\lambda_0$ は実際の波長、 $\epsilon$ 、 $\mu$ は電子部品や基板の誘電率、透磁率である。従って、例えば $\lambda/4$ の電子部品、回路を設計する場合、その回路を構成する部材の $\epsilon$ 、 $\mu$ を高めることで、長さ $\lambda/4$ が必要な部分を、 $\epsilon$ 、 $\mu$ の積の平方根で除した値だけ小さくすることができる。従って、電子部品、基板材料の少なくとも $\epsilon$ 、 $\mu$ のいずれか一方、好ましくは双方を高めることにより電子部品、基板の大きさを小さくすることができる。

【0014】また、比較的周波数の低い領域で良好な電気特性が得られる材料と、比較的周波数の高い領域で良好な電気特性が得られる材料とを組み合わせることにより、広い周波数帯域、具体的には1～2000MHz、特に50～1000MHzの広い周波数帯域で良好なHPF

等の電気特性を得ることができる。

【0015】具体的には、波長短縮効果だけを考えて場合、高誘電率材を樹脂材料に混合することにより目的を達成することが可能である。しかし、このような高誘電率材は高周波特性がさほど優れていないため、これを補う必要がある。そこで、高誘電率材、例えば $\text{BaTiO}_3$ 、 $\text{BaZrO}_3$ 等と共に、高周波特性に優れた磁性材料、例えばカーボニール鉄等を併用することにより、高周波領域においても所望の特性を得ることができる。

【0016】このような、波長短縮と高周波特性の必要な電子部品としては、積層フィルタ、バルントランス、誘電体フィルタ、カプラ、アンテナ、VCO（電圧制御発振器）、RF（高周波）ユニット、共振器等を挙げることができる。

【0017】さらに、ある材料を用いて一つの電気的特性を高めるたとき、他の材料により不足した電気特性を補うことができる。

【0018】具体的には、単結晶フェライトを用いると高いQが得られるが、それだけでは十分な波長短縮効果を得ることが困難である。そこで、誘電率材を併用することにより、高いQと十分な波長短縮効果とを得ることができる。

【0019】次に、目的別による各材料の好ましい組み合わせについて説明する。

【0020】(1) 高周波化、および小型化が主な目的の場合

この場合用いる誘電体材料粉は、誘電率7000以上、好ましくは8000以上の誘電材、例えば $\text{BaTiO}_3$ — $\text{BaZrO}_3$ 系が好ましい。また、これと組み合わせる磁性材料粉としては、カーボニール鉄が好ましい。また、これとは別に、あるいはこれと共に絶縁体被覆磁性金属粉を用いてもよい。この場合、内部金属が鉄、被覆誘電体層が $\text{BaTiO}_3$ 系の絶縁体被覆磁性金属粉が特に好ましい。

【0021】(2) 高いQ、および小型化が主な目的の場合

この場合用いる誘電体材料粉は、誘電率7000以上、好ましくは8000以上の誘電材、例えば $\text{BaTiO}_3$ — $\text{BaZrO}_3$ 系が好ましい。また、これと組み合わせる磁性材料粉としては、単結晶 $\text{Mn-Zn}$ フェライト、単結晶 $\text{Ni-Zn}$ フェライトが好ましい。

【0022】(3) 広帯域化が目的の場合

この場合用いる誘電体材料粉は、誘電率7000以上、好ましくは8000以上の誘電材、例えば $\text{BaTiO}_3$ — $\text{BaZrO}_3$ 系が好ましい。また、これと組み合わせる磁性材料粉としては、単結晶 $\text{Ni-Zn}$ フェライト、および絶縁体被覆磁性金属粉、特に内部金属が鉄、被覆誘電体層が $\text{BaTiO}_3$ 系の絶縁体被覆磁性金属粉が好ましい。あるいは磁性粉同士の組み合わせであってもよく、例えばカーボニール鉄と、単結晶 $\text{Mn-Zn}$ フェラ

イト等の組み合わせも好ましい。

【0023】これらは、総計60質量%となるように含有させることが好ましく、特に各材料を5～50質量%含有させることが好ましい。

【0024】本発明の電子部品に用いられる樹脂は特に限定されるものではなく、成形性、加工性、積層時の接着性、電気的特性に優れた樹脂材料の中から適宜選択して用いることができる。具体的には、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂等が好ましい。

【0025】熱硬化性樹脂としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリフェニレンエーテル（オキサイド）樹脂、ビスマレイミドトリアジン（シアネートエステル）樹脂、フマレート樹脂、ポリブタジエン樹脂、ポリビニルベンジルエーテル樹脂等が挙げられる。熱可塑性樹脂としては、芳香族ポリエステル樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂、ポリエチレンテレフタレート樹脂、ポリブチレンテレフタレート樹脂、ポリエチレンサルファイド樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリテトラフルオロエチレン樹脂、グラフト樹脂等が挙げられる。これらのなかでも、特にフェノール樹脂、エポキシ樹脂、低誘電率エポキシ樹脂、ポリブタジエン樹脂、BTレジン、ポリビニルベンジルエーテル樹脂等が、ペースレジンとして好ましい。

【0026】これらの樹脂は、単独で用いてもよいし、2種以上を混合して用いてもよい。2種以上を混合して用いる場合の混合比は任意である。

【0027】本発明に用いる誘電体材料粉はセラミックス粉末が好ましく、高周波数帯域において、分散媒となる樹脂よりも大きい比誘電率とQを持つセラミックス粉末であればよく、2種類以上用いてもよい。

【0028】特に本発明に用いるセラミックス粉末は、比誘電率が10～20000、誘電正接が0.05以下のものを使用することが好ましい。

【0029】比較的高い誘電率を得るためには、特に以下の材料を用いることが好ましい。チタン-バリウム-ネオジウム系セラミックス、チタン-バリウム-スズ系セラミックス、鉛-カルシウム系セラミックス、二酸化チタン系セラミックス、チタン酸バリウム系セラミックス、チタン酸鉛系セラミックス、チタン酸ストロンチウム系セラミックス、チタン酸カルシウム系セラミックス、チタン酸ビスマス系セラミックス、チタン酸マグネシウム系セラミックス、 $\text{CaWO}_4$ 系セラミックス、 $\text{Ba}(\text{Mg}, \text{Nb})\text{O}_3$ 系セラミックス、 $\text{Ba}(\text{Mg}, \text{Ta})\text{O}_3$ 系セラミックス、 $\text{Ba}(\text{Co}, \text{Mg}, \text{Nb})\text{O}_3$ 系セラミックス、 $\text{Ba}(\text{Co}, \text{Mg}, \text{Ta})\text{O}_3$ 系セラミックス。なお、二酸化チタン系セラミックスとは、二酸化チタンのみを含有するもののほか、他の少量の添加物を含有するものも含み、二酸化チタンの結晶構造が保持されているものをいう。また、他のセラミックスも

同様である。特に、二酸化チタン系セラミックスは、ルチル構造を有するものが好ましい。

【0030】誘電率をあまり高くせずに、高いQを得るためには以下の材料を用いることが好ましい。

【0031】シリカ、アルミナ、ジルコニア、チタン酸カリウムウイスカ、チタン酸カルシウムウイスカ、チタン酸バリウムウイスカ、酸化亜鉛ウイスカ、ガラスチップ、ガラスビーズ、カーボン繊維、酸化マグネシウム（タルク）。

【0032】これらは単独で用いてもよいし2種以上を混合して用いてもよい。2種以上を混合して用いる場合、その混合比は任意である。

【0033】セラミックス粉末の粒径は、樹脂との混練性を考えると、平均粒径0.1～100 $\mu\text{m}$ 、特に0.2～100 $\mu\text{m}$ 程度が好ましい。粒径が小さくなると、粉末の表面積が増大し、分散、混合時の粘度、チクソ性が上昇し、高充填率が困難となり、樹脂との混練がし難くなる。また、粒径が大きくなると、均一な分散・混合を行うことが困難となり、沈降が激しくなって不均一となり、粉末の含有量が多い組成の成形の際に、緻密な成型体を得られない。

【0034】一般に、上記セラミックの含有量は、樹脂とセラミックス粉末との合計量を100体積%としたとき、セラミックス粉末10体積%以上65体積%未満であり、好ましくは20体積%以上60体積%以下の範囲である。

【0035】ハイブリッド材により形成されている構成層に含有されるセラミック粉末は高いQとある程度の比誘電率を持つことを必要とする。特に2GHzでの比誘電率が5～10000、誘電正接が0.01～0.00002であることが好ましく、さらにQが250～50000であることが好ましい。このような構成により高いQと比誘電率の複合誘電体を得ることが可能である。

【0036】ハイブリッド材により形成されている構成層に用いるセラミック粉末は、構成層全体の比誘電率が5～20、誘電正接が0.0025～0.0075となるように含有されていれよい。

【0037】セラミックス粉末はサファイヤなどの単結晶粉末や多結晶のアルミナ粉末でもよく、これらも含めて、セラミックス粉末の種類は例えば以下の組成を主成分とする誘電体の粉末であることが好ましい。併せて2GHzにおける比誘電率 $\epsilon$ およびQ値を示す。

【0038】 $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  [ $\epsilon=7$ ,  $Q=2000$ ],  $\text{Al}_2\text{O}_3$  [ $\epsilon=9.8$ ,  $Q=40000$ ],  $\text{MgTiO}_3$  [ $\epsilon=17$ ,  $Q=22000$ ],  $\text{ZnTiO}_3$  [ $\epsilon=26$ ,  $Q=800$ ],  $\text{Zn}_2\text{TiO}_4$  [ $\epsilon=15$ ,  $Q=700$ ],  $\text{TiO}_2$  [ $\epsilon=104$ ,  $Q=15000$ ],  $\text{CaTiO}_3$  [ $\epsilon=170$ ,  $Q=1800$ ],  $\text{SrTiO}_3$  [ $\epsilon=255$ ,  $Q=700$ ],  $\text{SrZrO}_3$  [ $\epsilon=30$ ,  $Q=1200$ ],  $\text{BaTi}_2\text{O}_5$  [ $\epsilon=4$

2、 $Q=5700$ 〕、 $BaTi_4O_9$ 〔 $\epsilon=38$ 、 $Q=9000$ 〕、 $Ba_2Ti_9O_{20}$ 〔 $\epsilon=39$ 、 $Q=9000$ 〕、 $Ba_2(Ti, Sn)_9O_{20}$ 〔 $\epsilon=37$ 、 $Q=5000$ 〕、 $ZrTiO_4$ 〔 $\epsilon=39$ 、 $Q=7000$ 〕、 $(Zr, Sn)TiO_4$ 〔 $\epsilon=38$ 、 $Q=7000$ 〕、 $BaNd_2Ti_5O_{14}$ 〔 $\epsilon=83$ 、 $Q=2100$ 〕、 $BaSm_2TiO_{14}$ 〔 $\epsilon=74$ 、 $Q=2400$ 〕、 $Bi_2O_3-BaO-Nd_2O_3-TiO_2$ 系〔 $\epsilon=88$ 、 $Q=2000$ 〕、 $PbO-BaO-Nd_2O_3-TiO_2$ 系〔 $\epsilon=90$ 、 $Q=5200$ 〕、 $(Bi_2O_3, PbO)-BaO-Nd_2O_3-TiO_2$ 系〔 $\epsilon=105$ 、 $Q=2500$ 〕、 $La_2Ti_2O_7$ 〔 $\epsilon=44$ 、 $Q=4000$ 〕、 $Nd_2Ti_2O_7$ 〔 $\epsilon=37$ 、 $Q=1100$ 〕、 $(Li, Sm)TiO_3$ 〔 $\epsilon=81$ 、 $Q=2050$ 〕、 $Ba(Mg_{1/3}Ta_{2/3})O_3$ 〔 $\epsilon=25$ 、 $Q=35000$ 〕、 $Ba(Zn_{1/3}Ta_{2/3})O_3$ 〔 $\epsilon=30$ 、 $Q=14000$ 〕、 $Ba(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ 〔 $\epsilon=41$ 、 $Q=9200$ 〕、 $Sr(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ 〔 $\epsilon=40$ 、 $Q=4000$ 〕等。

【0039】より好ましくは、以下の組成を主成分とするものである。

$TiO_2$ 、 $CaTiO_3$ 、 $SrTiO_3$ 、 $BaO-Nd_2O_3-TiO_2$ 系、 $Bi_2O_3-BaO-Nd_2O_3-TiO_2$ 系、 $BaTi_4O_9$ 、 $Ba_2Ti_9O_{20}$ 、 $Ba_2(Ti, Sn)_9O_{20}$ 系、 $MgO-TiO_2$ 系、 $ZnO-TiO_2$ 系、 $MgO-SiO_2$ 系、 $Al_2O_3$ 等。

【0040】セラミックスの含有量は、樹脂とセラミックス粉末との合計量を100体積%としたとき、セラミックス粉末の含有量は10体積%以上65体積%未満であり、好ましくは20体積%以上60体積%以下の範囲である。

【0041】セラミックス粉末が65体積%以上であると緻密な組成物が得られなくなる。また、セラミックス粉末を添加しない場合に比べて、 $Q$ が大きく低下することもある。一方、セラミックス粉末が10体積%未満であると、セラミックス粉末を含有する効果があまりみられない。

【0042】本発明の電子部品は、各成分を上記の範囲内で適宜設定することにより、樹脂単体から得られる誘電率よりも大きくすることができ、必要に応じた比誘電率と高い $Q$ を得ることが可能となる。

【0043】 $BaTiO_3$ 〔 $\epsilon=1500$ 〕、 $(Ba, Pb)TiO_3$ 系〔 $\epsilon=6000$ 〕、 $Ba(Ti, Zr)O_3$ 系〔 $\epsilon=9000$ 〕 $(Ba, Sr)TiO_3$ 系〔 $\epsilon=7000$ 〕。

【0044】より好ましくは、以下の組成を主成分とする誘電体の粉末から選択される。

$BaTiO_3$ 、 $Ba(Ti, Zr)O_3$ 系。

【0045】セラミックス粉末は単結晶或多結晶の粉末でもよい。

【0046】セラミックス粉末の粒径は、樹脂との混練性を考えると、平均粒径0.2~100 $\mu m$ 程度が好ましく、粒径が小さくなると、樹脂との混練がしにくくなる。また、粒径が大きくなると、不均一となり、均一な分散を行うことができず、粉末の含有量が多い組成の成形の際に、緻密な成形体を得られない。

【0047】本発明の電子部品は、1種または2種以上の磁性材料粉、および1種または2種以上の誘電体被覆金属粉、または1種または2種以上の絶縁体被覆磁性金属粉を有していてもよい。

【0048】磁性材料であるフェライトとしては、 $Mn-Mg-Zn$ 系、 $Ni-Zn$ 系、 $Mn-Zn$ 系などであり、特にこれらの単結晶、あるいは $Mn-Mg-Zn$ 系、 $Ni-Zn$ 系などが好ましい。

【0049】磁性材料である強磁性金属としては、カーボニル鉄、鉄-シリコン系合金、鉄-アルミ-珪素系合金（商標名：センダスト）、鉄-ニッケル系合金（商標名：パーマロイ）、アモルファス系（鉄系、コバルト系）などが好ましい。

【0050】これらを粉末にするための手段は、粉碎、造粒など公知の方法に従えばよい。

【0051】磁性材料粉の粒径は0.01~100 $\mu m$ 、特に0.01~50 $\mu m$ であることが好ましく、平均粒径は1~50 $\mu m$ であることが好ましい。このような粒径とすることによって、磁性材料粉の分散性が良好となり、本発明の効果が向上する。これに対し、磁性材料粉の粒径がこれより小さいと、比表面積が大きくなり、高充填率化が困難になってくる。一方、これより大きくなるとペースト化した際に沈降し易くなり、均一に分散しにくくなってくる。また、肉薄の基板、プリプレグを形成しようとした場合に、表面の平滑性を得ることが困難になってくる。粒径をあまり小さくすることは実際上困難であり、0.01 $\mu m$ 程度が限度である。

【0052】磁性材料粉の粒度は均一であることが好ましく、必要に応じ、ふるい分けなどにより粒度をそろえてもよい。磁性材料粉の形状は、球形、扁平、楕円形のいずれのものでも良く、その用途により使い分けられよい。また、必要に応じて表面に酸化、カップリング、有機絶縁材のコーティングなどの処理を施してもよい。

【0053】さらに、種類、粒度分布の異なる磁性材料粉を2種以上用いてもよい。その際の混合比は任意であり、用途により用いる材料、粒度分布、混合比を調整すればよい。

【0054】磁性材料粉の透磁率 $\mu$ は10~100000であることが好ましい。また、バルクの絶縁性は高い方が基板化した際の絶縁性が向上して好ましい。

【0055】誘電体被覆金属粉は、望ましくは噴霧熱分解法で製造される。噴霧熱分解法は、特公昭63-31522号公報や特開平6-172802号公報、特開平6-279816号公報等に記載されているように、1

種又は2種以上の熱分解性金属化合物を含む溶液を噴霧して微細な液滴にし、その液滴を該金属化合物の分解温度より高い温度、望ましくは該金属の融点近傍又はそれ以上の高温で加熱し、金属化合物を熱分解して金属又は合金の粉末を析出させる方法である。

【0056】この方法によれば、結晶性が良く、高密度かつ高分散性の金属粉末又は合金粉末が得られ、粒径のコントロールも容易である他、原料の金属化合物溶液中に酸化物前駆体を添加しておくことにより、粉末の生成と同時にガラス被覆を行うことができ、新たに被覆工程を必要としないという優れた利点がある。即ち、噴霧熱分解法によって得られる金属粉末は結晶性が良好で、粒子内部に欠陥が少なく粒界をほとんど含まないので、熱分解により析出した酸化物は粒子内部には析出しにくく、金属粒子の表面に弾き出され、表面近傍に高濃度に偏析してセラミックス化する。しかも析出したセラミックス質は表面を比較的均一に覆うので、少量でも酸化や焼結に対する保護層として作用する。又噴霧熱分解法では、生成粒子の組成は基本的に溶液中の金属組成と一致するので、組成の抑制が容易であり、本発明の粉末の製造に適している。

【0057】誘電体被覆金属粉において、金属粉末としては、例えば銀、金、白金、パラジウム等の貴金属や銅、ニッケル、コバルト、鉄、アルミニウム、モリブデン、タングステン等の卑金属などいかなるものでも良く、また単一の金属のほか合金粉末や混合粉末も含む。特に銀粉末および銀-パラジウム等の銀合金粉末の場合に有効である。金属粉末の出発塩としては硝酸塩、硫酸塩、塩化物、アンモニウム塩、リン酸塩、カルボン酸塩、金属アルコラート、樹脂酸塩などの熱分解性塩の1種または2種以上や複塩や錯塩が使用される。2種以上の金属の塩を混合使用すれば合金粉末や混合粉末を得ることができる。

【0058】酸化物前駆体は、熱分解後生じる酸化物が、本法による金属粉末生成条件では金属粉末中にほとんど固溶せず、セラミックス化するようなものであれば制限はない。酸化物前駆体としては、例えば、硼酸、珪酸、磷酸や、各種硼酸塩、珪酸塩、磷酸塩、また種々の金属の硝酸塩、硫酸塩、塩化物、アンモニウム塩、磷酸塩、カルボン酸塩、アルコラート、樹脂酸塩などの熱分解性塩や、複塩、錯塩などから適宜選択されて使用される。

【0059】主成分金属化合物と酸化物前駆体の混合溶液は超音波式、二流体ノズル式等の噴霧器により微細な液滴とし、次いで金属化合物及び酸化物前駆体の分解温度より高い温度で加熱することにより熱分解を行う。加熱処理は主成分金属の融点又はそれ以上の高温で行うことが望ましいが、融点より200℃程度低い温度でも十分弾き出しの効果が得られる。特に高密度、形状の均一性等が要求されない場合は融点より相当低い温度でも差

支えない。加熱時の雰囲気は、金属や酸化物前駆体の種類、加熱温度などに応じて酸化性、還元性、不活性雰囲気が適宜選択される。

【0060】酸化物前駆体の添加量は、金属粉末に対して酸化物換算で0.01重量%より少ないと効果が無い。一方あまり多くなると表面に偏析しにくくなるので、析出するセラミックス質の密度にもよるが50重量%程度までが実用的である。特に0.05~20重量%の範囲で添加するのが望ましい。なお、必要であれば粉末生成後、表面に析出したセラミックス薄膜の少なくとも一部を洗浄又はエッチング等の方法で除去することにより、被覆量を調節することもできる。本発明の金属粉末を導電成分とする導体ペースト、抵抗ペースト等の厚膜ペーストは、常法に従って製造される。必要に応じて他の導電性粉末やセラミックス粉末等の無機結合剤、その他の添加剤を含有させてもよい。

【0061】本発明で用いる絶縁体被覆磁性金属粉は、上記誘電体被覆金属粉と同様に噴霧熱分解法で製造される。この場合、誘電体材料の代わりに絶縁材料で被覆し、中心の金属材料は磁性金属である。

【0062】中心の磁性金属としては、例えば、Fe、Ni、およびそれらを含む合金、特に少なくともFeを含む2種以上の成分からなる合金が好ましい。

【0063】磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、絶縁体被覆磁性金属粉の粒径は0.01~100μm、特に0.01~50μmであることが好ましく、平均粒径は1~50μmであることが好ましい。このような粒径とすることによって、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、絶縁体被覆磁性金属粉の分散性が良好となり、本発明の効果が向上する。これに対し、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、絶縁体被覆磁性金属粉の粒径がこれより小さいと、比表面積が大きくなり、高充填率が困難になってくる。一方、これより大きくなるとペースト化した際に沈降し易くなり、均一に分散しにくくなってくる。また、肉薄の基板、プリプレグを形成しようとした場合に、表面の平滑性を得ることが困難になってくる。粒径をあまり小さくすることは實際上困難であり、0.01μm程度が限度である。

【0064】樹脂と磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、絶縁体被覆磁性金属粉との混合比としては、形成される構成層全体の透磁率が3~20となるように添加されていればよい。特にガラスクロスなどに塗布するペースト段階で、樹脂と磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、絶縁体被覆磁性金属粉との比率で示した場合、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、絶縁体被覆磁性金属粉の含有量は10~65体積%、特に20~60体積%であることが好ましい。このような磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、絶縁体被覆磁性金属粉の含有量とすることで、構成層全体の透磁率が3~20となり、本発明の効果が向上する。これに対し、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、絶縁体被覆

磁性金属粉の含有量が多くなるとスラリー化して塗工することが困難になり、電子部品、基板、プリプレグの作製が困難になる。一方、磁性材料粉の含有量が少なくなると透磁率を確保できなくなる場合があり、磁気特性が低下してしまう。

【0065】本発明に用いられる難燃剤としては、通常基板の難燃化のために用いられている種々の難燃剤を用いることができる。具体的には、ハロゲン化リン酸エステル、ブロム化エポキシ樹脂等のハロゲン化物、また、リン酸エステルアミド系等の有機化合物や、三酸化アンチモン、水素化アルミニウム等の無機材料を用いることができる。

【0066】本発明に用いられるガラスクロス等の強化繊維は、目的・用途に応じて種々のものであってもよく、市販品をそのまま用いることができる。このときの強化繊維は、電気的な特性に応じてEガラスクロス ( $\epsilon = 7$ ,  $\tan \delta = 0.003$ ,  $1\text{GHz}$ )、Dガラスクロス ( $\epsilon = 4$ ,  $\tan \delta = 0.0013$ ,  $1\text{GHz}$ )、Hガラスクロス ( $\epsilon = 11$ ,  $\tan \delta = 0.003$ ,  $1\text{GHz}$ ) 等を使い分けてもよい。また、層間密着力向上のため、カップリング処理などを行ってもよい。その厚さは  $100\mu\text{m}$  以下、特に  $20\sim 60\mu\text{m}$  であることが好ましい。布重量としては、 $120\text{g}/\text{m}^2$  以下、特に  $20\sim 70\text{g}/\text{m}^2$  が好ましい。

【0067】また、樹脂とガラスクロスとの配合比は、重量比で、樹脂/ガラスクロスが  $4/1\sim 1/1$  であることが好ましい。このような配合比とすることによって本発明の効果が向上する。これに対し、この比が小さくなって、エポキシ樹脂量が少なくなると銅箔との密着性が低下し、基板の平滑性に問題が生じる。逆にこの比が大きくなって、エポキシ樹脂量が多くなると使用できるガラスクロスの選択が困難となり、薄肉での強度の確保が困難となる。

【0068】使用する金属箔としては、金、銀、銅、アルミニウムなど導電率の良好な金属のなかから好適なものを用いればよい。これらのなかでも特に銅が好ましい。

【0069】金属箔を作製する方法としては、電解、圧延法等種々の公知の方法を用いることができるが、箔ビール強度をとりたい場合には電解箔を、高周波特性を重視したい場合には、表面凹凸による表皮効果の影響の少ない圧延箔を使用するとよい。

【0070】金属箔の厚みとしては、 $8\sim 70\mu\text{m}$  が好ましく、特に  $12\sim 35\mu\text{m}$  が好ましい。

【0071】本発明において、電子部品の基礎となるプリプレグを得るには、所定の配合比とした誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、絶縁体被覆磁性金属粉、必要により難燃剤と樹脂とを含み、溶剤に混練してスラリー化したペーストを塗布して、乾燥 (Bステージ化) する工程に従う。この場合に用いられる溶剤は揮

発性溶剤が好ましく、上記極性中性溶剤が特に好ましく、ペーストの粘度を調整し塗工しやすくする目的で用いられる。混練はボールミル、攪拌等により公知の方法によって行えばよい。ペーストを金属箔上に塗工、またはガラスクロス上に含浸することにより、形成することができる。

【0072】プリプレグの乾燥 (Bステージ化) は、含有する誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、絶縁体被覆磁性金属粉、必要により難燃剤の含有量などにより適宜調整すればよい。乾燥、Bステージ化した後の厚みは  $50\sim 300\mu\text{m}$  程度が好ましく、その用途や要求される特性 (パターン幅および精度、直流抵抗) 等により最適な膜厚に調整すればよい。

【0073】プリプレグは、図52または図53に示すような方法により製造することができる。この場合、図52の方法は比較的量産に適しており、図53の方法は、膜厚制御を行い易く、特性の調整が比較的容易に行えるという特徴を有している。図52において、(a)に示すように、ロール状に巻回されたガラスクロス101aは、このロール101aから繰り出され、ガイドローラ111を介して塗工槽110に搬送される。この塗工槽110には、溶剤中に分散されている誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、絶縁体被覆磁性金属粉、必要により難燃剤と樹脂がスラリー状調整されており、この塗工槽110をガラスクロスが通過すると、上記スラリー中に浸漬され、ガラスクロスに塗工されるとともに、その中のすきまが埋められることになる。

【0074】塗工槽110を通過したガラスクロスは、ガイドローラ112a、112bを介して乾燥炉120に導入される。乾燥炉に導入された樹脂含浸ガラスクロスは、所定の温度と時間乾燥され、Bステージ化されるとともに、ガイドローラ121により方向転換して巻取ローラ130に巻回される。

【0075】そして、所定の大きさに切断されると、(b)に示すように、ガラスクロス101の両面に誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、絶縁体被覆磁性金属粉、必要により難燃剤を含有した樹脂102が配置されたプリプレグが得られる。

【0076】さらに、(c)に示すように、得られたプリプレグの上下両面に銅箔などの金属箔103を配置し、これを加熱・加圧プレスすると、(d)に示すような両面金属箔付き基板が得られる。成形は条件をかえて複数段階に分けて行うことができる。なお、金属箔を設けない場合には、金属箔を配置することなく加熱・加圧プレスすればよい。

【0077】次に、図53の製造方法について説明する。図53において、(a)に示すように、誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、絶縁体被覆磁性金属粉、必要により難燃剤と樹脂を溶剤中に分散したスラリー102aをドクターブレード150等によってクリ



アランスを一定に保ちながら銅箔などの金属箔上に塗工する。

【0078】そして、所定の大きさに切断されると、

(b) に示すように、金属箔103の上面に誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、絶縁体被覆磁性金属粉、必要により難燃剤を含有した樹脂102が配置されたプリブレグが得られる。

【0079】さらに、(c) に示すように、ガラスクロス101の上下両面に得られたプリブレグ102、103をそれぞれ樹脂102側を内面にして配置し、これを加熱・加圧プレスすると、(d) に示すような両面金属箔付き基板が得られる。加熱加圧条件は上記と同様でよい。

【0080】電子部品を構成する基板、およびプリブレグは、上記塗工法以外に材料を混練し、固体状とした混練物を成型することによっても得ることができる。この場合、原料が固体状であるため、厚みをとりやすく、比較的厚みのある基板、プリブレグを形成する方法として適している。

【0081】混練は、ボールミル、攪拌、混練機などの公知の方法で行えばよい。その際、必要により溶媒を用いてもよい。また、必要に応じてペレット化、粉末化してもよい。

【0082】この場合に得られるプリブレグの厚みとしては、0.05～5mm程度である。プリブレグの厚みは、所望する板厚、誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、絶縁体被覆磁性金属粉の含有率に応じて適宜調整すればよい。

【0083】さらに、上記同様に得られたプリブレグの上下両面上に銅箔などの金属箔を配置し、これを加熱・加圧プレスすると両面金属箔付き基板が得られる。成形は条件をかえて複数段階に分けて行うことができる。なお、金属箔を設けない場合には、金属箔を配置することなく加熱・加圧プレスすればよい。

【0084】このようにして得られる成形材料としての基板(有機複合材料)は、透磁率および誘電率の高周波数特性に優れる。また絶縁材として耐えうる絶縁特性に優れる。さらには、後述のように銅箔付基板とした場合、銅箔との接着強度が大きい。また半田耐熱性等の耐熱性に優れる。

【0085】本発明のプリブレグは銅箔と重ねて加熱加圧して成形することにより銅箔付基板を形成することができる。この場合の銅箔の厚さは12～35 $\mu\text{m}$ 程度である。

【0086】このような銅箔付基板には、両面パターンニング基板や多層基板などがある。

【0087】図54、図55には両面パターンニング基板形成例の工程図を示す。図54、図55に示されるように、所定厚さのプリブレグ1と所定厚さの銅(Cu)箔2とを重ねて加圧加熱して成形する(工程A)。次に

スルーホールをドリリングにより形成する(工程B)。形成したスルーホールに銅(Cu)メッキを施し、メッキ膜4を形成する(工程C)。さらに両面の銅箔2にパターンニングを施し、導体パターン21を形成する(工程D)。その後、図54に示されるように、外部端子等の接続のためのメッキを施す(工程E)。この場合のメッキはNiメッキ後にさらにPdメッキを施す方法、Niメッキ後にさらにAuメッキを施す方法(メッキは電解または無電解メッキ)、半田レベラーを用いる方法により行われる。

【0088】図56、図57には多層基板形成例の工程図であり、4層積層する例が示されている。図56、図57に示されるように、所定厚さのプリブレグ1と所定厚さの銅(Cu)箔2とを重ねて加圧加熱して成形する(工程a)。次に両面の銅箔2にパターンニングを施し、導体パターン21を形成する(工程b)。このようにして得られた両面パターンニング基板の両面に、さらに所定厚さのプリブレグ1と銅箔2とを重ねて、同時に加圧加熱して成形する(工程c)。次にスルーホールをドリリングにより形成する(工程d)。形成したスルーホールに銅(Cu)メッキを施し、メッキ膜4を形成する(工程e)。さらに両面の銅箔2にパターンニングを施し、導体パターン21を形成する(工程f)。その後図56に示されるように、外部端子との接続のためのメッキを施す(工程g)。この場合のメッキはNiメッキ後にさらにPdメッキを施す方法、Niメッキ後にさらにAuメッキを施す方法(メッキは電解または無電解メッキ)、半田レベラーを用いる方法により行われる。

【0089】本発明では、前記例に限らず、種々の基板を形成することができる。例えば、成形材料としての基板や、銅箔付基板とプリブレグとを用い、プリブレグを接着層として多層化することも可能である。

【0090】また、プリブレグや成形材料としての基板と銅箔とを接着する態様において、前述の誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、絶縁体被覆磁性金属粉、必要により難燃剤と樹脂とブチルカルビトールアセテート等の高沸点溶剤とを混練して得られたハイブリッド材ペーストをパターンニングした基板の上にスクリーン印刷等にて形成してもよく、これにより特性の向上を図ることができる。

【0091】このようなプリブレグ、銅箔付基板、積層基板等と素子構成パターン、構成材料を組み合わせることにより、電子部品を得ることができる。

【0092】本発明の電子部品は、上記のようなコンデンサ(キャパシタ)、コイル(インダクタ)、フィルタ等の他、これらと、あるいはそれ以外に配線パターン、増幅素子、機能素子を組み合わせ、アンテナや、RFモジュール(RF増幅段)、VCO(電圧制御発振回路)、パワーアンプ(電力増幅段)等の高周波電子回路、光ピックアップなどに用いられる重畳モジュール等

の高周波用電子部品を得ることができる。

【0093】

【実施例】以下、本発明の具体的実験例、実施例を示し、本発明をさらに詳細に説明する。

<実験例1>樹脂材料としてエポキシ樹脂（誘電率：4）を用意し、これに表1-1、1-2に示す誘電体材

料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、絶縁体被覆磁性金属粉を所定の割合で混合して得られたハイブリッド材の誘電率 $\epsilon$ 、Qをそれぞれ測定した。結果を表2に示す。

【0094】

【表1】

表 1-1

材料	組成	含有量(体積%)					
		高周波化・小型化		HighQ、小型化		広帯域化	
		サンプル1	サンプル2	サンプル3	サンプル4	サンプル5	サンプル6
誘電体材料粉	BaTiO <sub>3</sub> -BaZrO <sub>3</sub> 系	30	30	30		—	20
	BaO-TiO <sub>3</sub> -Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 系	—	—	—	30	—	—
	BaO-4TiO <sub>3</sub> 系	—	—	—	—	—	—
磁性材料粉	Mn-Zn フェライト	—	—	—	—	—	—
	Si-Fe	—	—	—	—	—	—
	カーボニール鉄	30	—	—	—	30	—
	Mn-Zn フェライト(単結晶)	—	—	30	—	30	—
	Ni-Zn フェライト(単結晶)	—	—	—	30	—	20
誘電体被覆金属粉	Ni+10%(BaTiO <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub> )	—	—	—	—	—	—
	Ni+10%BaTiO <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—
	Ni+1%BaTiO <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—
絶縁体被覆	Fe+10%BaTiO <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—
磁性金属粉	Fe+10%BaTiO <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	20
	Fe+10%BaTiO <sub>3</sub>	—	30	—	—	—	—

【0095】

【表2】

表 1-2

		含有量(体積%)				
		その他				
材料	組成	サンプル 7	サンプル 8	サンプル 9	サンプル 10	サンプル 11
誘電体材料粉	BaTiO <sub>3</sub> -BaZrO <sub>3</sub> 系	20	—	—	20	—
	BaO-TiO <sub>3</sub> -Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 系	—	20	—	—	20
	BaO-4TiO <sub>3</sub> 系	—	—	20	—	—
磁性材料粉	Mn-Zn フェライト	20	—	—	—	—
	Si-Fe	—	20	—	—	—
	カーボニール鉄	—	—	20	—	—
	Mn-Zn フェライト(単結晶)	—	—	—	20	—
	Ni-Zn フェライト(単結晶)	—	—	—	—	20
		—	—	—	—	—
誘電体被覆	Ni+10%(BaTiO <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub> )	20	—	—	20	—
金属粉	Ni+10%BaTiO <sub>3</sub>	—	20	—	—	20
	Ni+1%BaTiO <sub>3</sub>	—	—	20	—	—
絶縁体被覆	Fe+10%BaTiO <sub>3</sub>	—	—	—	—	—
磁性金属粉	Fe+10%BaTiO <sub>3</sub>	—	—	—	—	—
	Fe+10%BaTiO <sub>3</sub>	—	—	—	—	—

【0096】

【表3】

表 2

サンプル	誘電率	透磁率	$1/(\epsilon \cdot \mu)^{1/2}$
1	17.90	3.7	8.14
2	17.90	3.7	8.14
3	17.40	3.36	7.65
4	14.00	2.89	6.36
5	8.71	3.36	5.41
6	14.80	3.82	7.52
7	14.20	2.2	5.59
8	17.29	6	10.19
9	11.38	2.1	4.89
10	14.20	3.029	6.56
11	12.57	2.6104	5.73

【0097】表2から明らかなように、用いる樹脂と、これに含有される誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、絶縁体被覆磁性金属粉の種類、含有量により、誘電率、Qを所定の値に調整できることがわかる。

【0098】＜実験例2＞樹脂材料としてエポキシ樹脂（誘電率：4）を用意し、これに表3、4に示す添加量で単結晶フェライト（Ni-Zn、Mn-Zn）を混合して得られたハイブリッド材の誘電率 $\epsilon$ を測定した。単結晶Ni-Znフェライトの結果を表3に、単結晶Mn-Znフェライトの結果を表4に示す。

【0099】

【表4】

表 3	
フェライトの添加量(体積%)	比透磁率(at100MHz)
10	2.388
20	2.610
30	2.895
40	3.272
50	3.793
60	4.562
70	基板としての成形は不可

【0100】

【表 5】

表 4	
フェライトの添加量(体積%)	比透磁率(at100MHz)
10	2.765
20	3.030
30	3.369
40	3.820
50	4.451
60	5.394
70	基板としての成形は不可

【0101】表3、4から明らかなように、樹脂に含有される磁性材料粉の含有量により、100MHzの高周波領域でも誘電率を所定の値に調整できることがわかる。

【0102】さらに単結晶Ni-Znフェライト粉を45体積%混合したハイブリッド材と、従来のNi-Znフェライト破碎粉を45体積%混合したハイブリッド材のQの周波数特性を測定した。結果を図51に示す。図51から明らかなように、単結晶フェライトを用いたハイブリッド材は、高周波領域においてQ特性が改善されていることがわかる。

【0103】＜実施例1＞図1～図4は、本発明の第1の実施態様を示したバルントランスを示している。ここで図1は透過斜視図、図2は断面図、図3は各構成層の分解平面図、図4は等価回路図である。

【0104】図1～4において、バルントランス40は、ハイブリッド材により形成されている構成層40a～40oが積層された積層体の上下および中間に配置された内部GND導体45と、この内部GND導体45間に形成されている内部導体43を有する。この内部導体43は、 $\lambda_g/4$ 長のスパイラル状導体43を、図4の等価回路に示される結合ライン53a～53dを構成す

るようにピアホール44等で連結している。

【0105】このバルントランス40の構成層40a～40oは、少なくとも1種または2種以上の誘電体材料粉、1種または2種以上の磁性材料粉、および1種または2種以上の誘電体被覆金属粉、または1種または2種以上の絶縁体被覆磁性金属粉から選択される2種以上の材料粉と、樹脂材料とを含有する。

【0106】全ての層は、同じ構成材料により形成されている必要はなく、それぞれ異なってもよい。

【0107】また、素体強度を保つために、前記樹脂中にガラスクロス材を埋設してもよい。

【0108】バルントランスを設計するに当たって、小型化を考えると前記 $\lambda_g/4$ 長の導体43の長さを短くする必要がある。この長さは、ベース材料の誘電率 $\epsilon$ 、透磁率 $\mu$ により、以下の式から導き出される。

$$\lambda_g = \lambda_0 / (\epsilon \times \mu)^{1/2}$$

この式から明らかなように、長さを短くするためには、比誘電率 $\epsilon$ 、比透磁率 $\mu$ はできるだけ高い方がよい。従って、誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、および絶縁体被覆磁性金属粉を組み合わせることにより高比誘電率 $\epsilon$ 、高比透磁率 $\mu$ とすることができる。

【0109】(1) 使用周波数が高い場合、高周波特性のよい磁性材料粉を使用する必要がある。例えば、誘電体材料粉として、 $\text{BaTiO}_3 - \text{BaZrO}_3$  系(誘電率: 9000)のものを、磁性材料粉として、カーボニール鉄を用いることにより、波長短縮効果が非常に高く、小型で高周波まで使用可能なバルントランスとすることができる。

(2) 数十MHz~100MHzの周波数帯域で用いる場合、単結晶フェライトと $\text{BaTiO}_3 - \text{BaZrO}_3$  系(誘電率: 9000)誘電体材料粉とを用いることにより、小型、かつ上記周波数範囲で非常に特性の優れたバルントランスを得ることができる。

(3) 広帯域で用いる場合、カーボニール鉄と、単結晶フェライトと、 $\text{BaTiO}_3 - \text{BaZrO}_3$  系誘電体材料粉とを用いることにより、小型、かつ広帯域で特性の優れたバルントランスを得ることができる。

(4) 要求特性が厳しく、高いQを必要とされる場合、誘電体材料粉として $\text{BaO}-\text{TiO}_2 - \text{Nd}_2\text{O}_3$  系、または $\text{BaO}-4\text{TiO}_2$  系の材料を用いてQ特性を向上させると共に、他の要求される特性に応じて、他の材料粉を混合することで、高いQで良好な特性のバルントランスを得ることができる。

【0110】<実施例2>図5~図8は、本発明の第2の実施態様を示した積層フィルタを示している。ここで図5は斜視図、図6は分解斜視図、図7は等価回路図、図8は伝達特性図である。なお、この積層フィルタは2ポールとして構成されている。

【0111】図5~8において、積層フィルタ60は、構成層60a~60eが積層された積層体のほぼ中央に一对のストリップ線路68と、一对のコンデンサ導体67とを有する。コンデンサ導体67は下部構成層群60d上に形成され、ストリップ線路68はその上の構成層60c上に形成されている。構成層60bおよび60eの上部にはGND導体65が形成されていて、前記ストリップ線路68とコンデンサ導体67とを挟み込むようになっている。コンデンサ導体67はそれぞれ端面に形成された端部電極(外部端子)62とそれから僅かに上下面方向に形成されたランドパターン61と接続されている。また、その両側面およびそこから僅かに上下面方向に形成されたGNDパターン66はGND導体65と接続されている。

【0112】ストリップ線路68は、図7の等価回路図に示される $\lambda_g/4$ 長またはそれ以下の長さを有するストリップ線路74a、74bであり、コンデンサ導体67は入出力結合容量Ciを構成する。また、それぞれのストリップ線路74a、74b間は、結合容量Cmおよび結合係数Mにより結合されている。このような等価回路により、図8に示すような2ポール型の伝達特性を有する積層フィルタを得ることができる。

【0113】この積層フィルタの構成層60a~60

eは、少なくとも1種または2種以上の誘電体材料粉、1種または2種以上の磁性材料粉、および1種または2種以上の誘電体被覆金属粉、または1種または2種以上の絶縁体被覆磁性金属粉から選択される2種以上の材料粉と、樹脂材料とを含有する。

【0114】全ての層は、同じ構成材料により形成されている必要はなく、それぞれ異なってもよい。

【0115】また、素体強度を保つために、前記樹脂中にガラスクロス材を埋設してもよい。

【0116】積層フィルタを設計するに当たって、小型化を考えると前記 $\lambda_g/4$ 長の導体の長さを短くする必要がある。この長さは、ベース材料の誘電率 $\epsilon$ 、透磁率 $\mu$ により、以下の式から導き出される。

$$\lambda_g = \lambda_0 / (\epsilon \times \mu)^{1/2}$$

この式から明らかなように、長さを短くするためには、比誘電率 $\epsilon$ 、比透磁率 $\mu$ はできるだけ高い方がよい。従って、誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、および絶縁体被覆磁性金属粉を組み合わせることにより高比誘電率 $\epsilon$ 、高比透磁率 $\mu$ とすることができる。

【0117】(1) 使用周波数が高い場合、高周波特性のよい磁性材料粉を使用する必要がある。例えば、誘電体材料粉として、 $\text{BaTiO}_3 - \text{BaZrO}_3$  系(誘電率: 9000)のものを、磁性材料粉として、カーボニール鉄を用いることにより、波長短縮効果が非常に高く、小型で高周波まで使用可能な積層フィルタとすることができる。

(2) 数十MHz~100MHzの周波数帯域で用いる場合、単結晶フェライトと $\text{BaTiO}_3 - \text{BaZrO}_3$  系(誘電率: 9000)誘電体材料粉とを用いることにより、小型、かつ上記周波数範囲で非常に特性の優れた積層フィルタを得ることができる。

(3) 広帯域で用いる場合、カーボニール鉄と、単結晶フェライトと、 $\text{BaTiO}_3 - \text{BaZrO}_3$  系誘電体材料粉とを用いることにより、小型、かつ広帯域で特性の優れた積層フィルタを得ることができる。

(4) 要求特性が厳しく、高いQを必要とされる場合、誘電体材料粉として $\text{BaO}-\text{TiO}_2 - \text{Nd}_2\text{O}_3$  系、または $\text{BaO}-4\text{TiO}_2$  系の材料を用いてQ特性を向上させると共に、他の要求される特性に応じて、他の材料粉を混合することで、高いQで良好な特性の積層フィルタを得ることができる。

【0118】<実施例3>図9~図12は、本発明の第3の実施態様を示した積層フィルタを示している。ここで図9は斜視図、図10は分解斜視図、図11は等価回路図、図12は伝達特性図である。なお、この積層フィルタは4ポールとして構成されている。

【0119】図9~12において、積層フィルタ60は、構成層60a~60eが積層された積層体のほぼ中央に4つのストリップ線路68と、一对のコンデンサ導体67とを有する。このような4ポールの構成とするこ

とにより、図12に示されるような、より急峻な伝達特性を得ることができる。その他の構成要素は実施例2と同様であり、同一構成要素には同一符号を付して説明を省略する。

【0120】<実施例4>図13～図18は、本発明の第4の実施態様を示したブロックフィルターを示している。ここで図13は透過斜視図、図14は正面図、図15は側面断面図、図16は平面断面図、図17は等価回路図、図18は金型の構造を示した透過側面図である。なお、このブロックフィルターは2ポールとして構成されている。

【0121】図13～図18において、ブロックフィルター80は、構成ブロック80aに形成された一対の同軸導体81とコンデンサ同軸導体82とを有する。この同軸導体81とコンデンサ同軸導体82とは、構成ブロック80aをくりぬくように中空状に形成された導電体で構成されている。また、構成ブロック80aの周囲には、これを覆うように表面GND導体87が形成されている。そしてコンデンサ同軸導体82に対応する部分にコンデンサ導体83が形成されている。また、コンデンサ導体83と表面GND導体87は、入出力端子、および部品固着用端子としても使用される。なお、同軸導体81とコンデンサ同軸導体82とは、構成ブロック80aをくりぬくように形成された中空状の孔の内部に、導電材料を無電解メッキ、蒸着などで付着させ伝送路を形成する。

【0122】同軸導体81は、図17の等価回路図に示される $\lambda_g/4$ 長またはそれ以下の長さを有する同軸線路94a、94bであり、それらを囲むようにGND導体87が形成されている。また、コンデンサ同軸導体82とコンデンサ導体83は入出力結合容量C<sub>i</sub>を構成する。また、それぞれの同軸導体81間は、結合容量C<sub>m</sub>および結合係数Mにより結合されている。このような構成により、図17に示すような等価回路となり、2ポール型の伝達特性を有するブロックフィルターを得ることができる。

【0123】図18はブロックフィルター80の構成ブロック80aを形成するための金型の一例を示した概略断面図である。図において、金型は鉄などの金属ベース103に、樹脂注入部104および注入孔106が形成され、これと連結して部品形成部105a、105bが形成されている。構成ブロック80aを形成するためのハイブリッド材は、液体の状態で樹脂注入部104から注入され、注入孔106を通して部品形成部105a、105bに達する。そして、この金型の内部にハイブリッド材が満たされた状態で、冷却または加熱処理を行いハイブリッド材を固化して金型から取り出し、注入部などで硬化した不要な部分を切断する。こうして、図13～図16に示される構成ブロック80aが形成される。

【0124】このようにして形成された構成ブロック8

0aに、メッキ、エッチング、印刷、スパッタ、蒸着等の処理を行い、銅、金、パラジウム、白金、アルミニウム等により形成された表面GND導体87、同軸導体81とコンデンサ同軸導体82等を形成する。

【0125】このブロックフィルターの構成ブロック80aは、少なくとも1種または2種以上の誘電体材料粉、1種または2種以上の磁性材料粉、および1種または2種以上の誘電体被覆金属粉、または1種または2種以上の絶縁体被覆磁性金属粉から選択される2種以上の材料粉と、樹脂材料とを含有する。

【0126】ブロックフィルターを設計するに当たって、以下のような用途別に、誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、および絶縁体被覆磁性金属粉を組み合わせていることが好ましい。

【0127】(1) 使用周波数が高い場合、高周波特性のよい磁性材料粉を使用する必要がある。例えば、誘電体材料粉として、BaTiO<sub>3</sub>-BaZrO<sub>3</sub>系(誘電率:9000)のものを、磁性材料粉として、カーボニール鉄を用いることにより、波長短縮効果が非常に高く、小型で高周波まで使用可能なブロックフィルターとすることができる。

(2) 数十MHz～100MHzの周波数帯域で用いる場合、単結晶フェライトとBaTiO<sub>3</sub>-BaZrO<sub>3</sub>系(誘電率:9000)誘電体材料粉とを用いることにより、小型、かつ上記周波数範囲で非常に特性の優れたブロックフィルターを得ることができる。

(3) 広帯域で用いる場合、カーボニール鉄と、単結晶フェライトと、BaTiO<sub>3</sub>-BaZrO<sub>3</sub>系誘電体材料粉とを用いることにより、小型、かつ広帯域で特性の優れたブロックフィルターを得ることができる。

(4) 要求特性が厳しく、高いQを必要とされる場合、誘電体材料粉としてBaO-TiO<sub>2</sub>-Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系、またはBaO-4TiO<sub>2</sub>系の材料を用いてQ特性を向上させると共に、他の要求される特性に応じて、他の材料粉を混合することで、高いQで良好な特性のブロックフィルターを得ることができる。

【0128】<実施例5>図19～図23は、本発明の第5の実施態様を示したカプラを示している。ここで図19は透過斜視図、図20は断面図、図21は各構成層の分解平面図、図22は内部結線図、図23は等価回路図である。

【0129】図19～23において、カプラ110は、ハイブリッド材により形成されている構成層110a～110cが積層された積層体の上下に形成、配置された内部GND導体115と、この内部GND導体115間に形成されている内部導体113を有する。この内部導体113は、2つのコイルによりトランスが構成されるようにスパイラル状にピアホール114等で連結している。また、形成されたコイルの終端と、内部GND導体115とは、図22に示すように、それぞれ端面に形成

された貫通ビア112とそれから僅かに上下面方向に形成されたランドパターン111と接続されている。このように構成することにより、図23の等価回路図で示すように、2つのコイル125a、125bが結合したカプラ110が得られる。

【0130】このカプラ110の構成層110a~110cは、少なくとも1種または2種以上の誘電体材料粉、1種または2種以上の磁性材料粉、および1種または2種以上の誘電体被覆金属粉、または1種または2種以上の絶縁体被覆磁性金属粉から選択される2種以上の材料粉と、樹脂材料とを含有する。

【0131】カプラを設計するに当たって、用途別に以下のような誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、および絶縁体被覆磁性金属粉を組み合わせることが好ましい。

【0132】(1) 使用周波数が高い場合、高周波特性のよい磁性材料粉を使用する必要がある。例えば、誘電体材料粉として、 $\text{BaTiO}_3 - \text{BaZrO}_3$ 系(誘電率:9000)のものを、磁性材料粉として、カーボニール鉄を用いることにより、波長短縮効果が非常に高く、小型で高周波まで使用可能なカプラとすることができる。

(2) 数十MHz~100MHzの周波数帯域で用いる場合、単結晶フェライトと $\text{BaTiO}_3 - \text{BaZrO}_3$ 系(誘電率:9000)誘電体材料粉とを用いることにより、小型、かつ上記周波数範囲で非常に特性の優れたブロックフィルターを得ることができる。

(3) 広帯域で用いる場合、カーボニール鉄と、単結晶フェライトと、 $\text{BaTiO}_3 - \text{BaZrO}_3$ 系誘電体材料粉とを用いることにより、小型、かつ広帯域で特性の優れたブロックフィルターを得ることができる。

(4) 要求特性が厳しく、高いQを必要とされる場合、誘電体材料粉として $\text{BaO} - \text{TiO}_2 - \text{Nd}_2\text{O}_3$ 系、または $\text{BaO} - 4\text{TiO}_2$ 系の材料を用いてQ特性を向上させると共に、他の要求される特性に応じて、他の材料粉を混合することで、高いQで良好な特性のブロックフィルターを得ることができる。

【0133】<実施例6>図24~図26は、本発明の第6の実施態様であるアンテナを示した図であり、図24は透視斜視図、図25(a)は平面図、(b)は側面断面図、(c)は正面断面図、図26は各構成層の分解斜視図を表している。

【0134】図において、アンテナ130は本発明のハイブリッド材により形成されている構成層(プリプレグないし基板)130a~130cと、この構成層130bと130c上にそれぞれ形成されている内部導体(アンテナパターン)133を有する。また、この内部導体133の終端部は、アンテナの端面に形成された貫通ビア132およびそれから僅かに上下面方向に形成されたランドパターン131と接続されている。この例では内

部導体133は、使用周波数に対し、約 $\lambda_g/4$ 長となるようなリアクタンス素子として構成され、ミランダ状に形成されている。

【0135】このアンテナ130の構成層130a~130cには、少なくとも1種または2種以上の誘電体材料粉、1種または2種以上の磁性材料粉、および1種または2種以上の誘電体被覆金属粉、または1種または2種以上の絶縁体被覆磁性金属粉から選択される2種以上の材料粉と、樹脂材料とを含有する。

【0136】また、素体強度を保つために、前記樹脂中にガラスクロス材を埋設してもよい。

【0137】アンテナを設計するに当たって、比誘電率 $\epsilon$ 、比透磁率 $\mu$ はできるだけ高い方がよい。従って、誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、および絶縁体被覆磁性金属粉を組み合わせることにより高比誘電率 $\epsilon$ 、高比透磁率 $\mu$ とすることができる。また、用途別に以下のような誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、および絶縁体被覆磁性金属粉を組み合わせることが好ましい。

【0138】(1) 使用周波数が高い場合、高周波特性のよい磁性材料粉を使用する必要がある。例えば、誘電体材料粉として、 $\text{BaTiO}_3 - \text{BaZrO}_3$ 系(誘電率:9000)のものを、磁性材料粉として、カーボニール鉄を用いることにより、波長短縮効果が非常に高く、小型で高周波まで使用可能なアンテナとすることができる。

(2) 数十MHz~100MHzの周波数帯域で用いる場合、単結晶フェライトと $\text{BaTiO}_3 - \text{BaZrO}_3$ 系(誘電率:9000)誘電体材料粉とを用いることにより、小型、かつ上記周波数範囲で非常に特性の優れたアンテナを得ることができる。

(3) 広帯域で用いる場合、カーボニール鉄と、単結晶フェライトと、 $\text{BaTiO}_3 - \text{BaZrO}_3$ 系誘電体材料粉とを用いることにより、小型、かつ広帯域で特性の優れたアンテナを得ることができる。

(4) 要求特性が厳しく、高いQを必要とされる場合、誘電体材料粉として $\text{BaO} - \text{TiO}_2 - \text{Nd}_2\text{O}_3$ 系、または $\text{BaO} - 4\text{TiO}_2$ 系の材料を用いてQ特性を向上させると共に、他の要求される特性に応じて、他の材料粉を混合することで、高いQで良好な特性のアンテナを得ることができる。

【0139】<実施例7>図27、図28は、本発明の第7の実施態様を示したアンテナを示している。ここで図27は透視斜視図、図28は分解斜視図である。なお、この例のアンテナはヘリカル状の内部電極を有するアンテナとして構成されている。

【0140】図27、28において、アンテナ140は、本発明のハイブリッド材により形成されている構成層(プリプレグないし基板)140a~140cと、この構成層140bと140c上にそれぞれ形成されてい

る内部導体（アンテナパターン）143a、143bを有する。そして、上下の内部導体143a、143bはビアホール144にて接続され、ヘリカル状のインダクタンス素子を形成するようになっている。その他の構成要素は実施例6と同様であり、同一構成要素には同一符号を付して説明を省略する。

【0141】＜実施例8＞図29、図30は、本発明の第8の実施態様であるパッチアンテナを示した図であり、図29は透視斜視図、図30は断面図を表している。

【0142】図において、パッチアンテナ150はハイブリッド材により形成されている構成層（プリプレグないし基板）150aと、この構成層150a上に形成されているパッチ導体159（アンテナパターン）と、このパッチ導体159に対向するように構成層150aの底面に形成されたGND導体155とを有する。また、パッチ導体159には給電用のスルー導体154が給電部153で接続され、このスルー導体154はGND導体155とは接続されないようにGND導体155との間にギャップ156が設けられている。このため、GND導体155の下部からスルー導体154を通して給電が行われるようになっている。

【0143】このパッチアンテナ150の構成層150aには、少なくとも1種または2種以上の誘電体材料粉、1種または2種以上の磁性材料粉、および1種または2種以上の誘電体被覆金属粉、または1種または2種以上の絶縁体被覆磁性金属粉から選択される2種以上の材料粉と、樹脂材料とを含有する。

【0144】また、素体強度を保つために、前記樹脂中にガラスクロス材を埋設してもよい。

【0145】アンテナを設計するに当たって、比誘電率 $\epsilon$ 、比透磁率 $\mu$ はできるだけ高い方がよい。従って、誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、および絶縁体被覆磁性金属粉を組み合わせることにより高比誘電率 $\epsilon$ 、高比透磁率 $\mu$ とすることができる。また、用途別に以下のような誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、および絶縁体被覆磁性金属粉を組み合わせることが好ましい。

【0146】（1）使用周波数が高い場合、高周波特性のよい磁性材料粉を使用する必要がある。例えば、誘電体材料粉として、 $\text{BaTiO}_3$ - $\text{BaZrO}_3$ 系（誘電率：9000）のものを、磁性材料粉として、カーボニール鉄を用いることにより、波長短縮効果が非常に高く、小型で高周波まで使用可能なアンテナとすることができる。

（2）数十MHz～100MHzの周波数帯域で用いる場合、単結晶フェライトと $\text{BaTiO}_3$ - $\text{BaZrO}_3$ 系（誘電率：9000）誘電体材料粉とを用いることにより、小型、かつ上記周波数範囲で非常に特性の優れたアンテナを得ることができる。

（3）広帯域で用いる場合、カーボニール鉄と、単結晶フェライトと、 $\text{BaTiO}_3$ - $\text{BaZrO}_3$ 系誘電体材料粉とを用いることにより、小型、かつ広帯域で特性の優れたアンテナを得ることができる。

（4）要求特性が厳しく、高いQを必要とされる場合、誘電体材料粉として $\text{BaO-TiO}_2\text{-Nd}_2\text{O}_3$ 系、または $\text{BaO-4TiO}_2$ 系の材料を用いてQ特性を向上させると共に、他の要求される特性に応じて、他の材料粉を混合することで、高いQで良好な特性のアンテナを得ることができる。

【0147】＜実施例9＞図31、図32は、本発明の第9の実施態様であるパッチアンテナを示した図であり、図31は透視斜視図、図32は断面図を表している。

【0148】図において、パッチアンテナ160は本発明のハイブリッド材により形成されている構成層（プリプレグないし基板）160aと、この構成層160a上に形成されているパッチ導体169（アンテナパターン）と、このパッチ導体169に対向するように構成層160aの底面に形成されたGND導体165とを有する。また、パッチ導体169の近傍にこれと接触しないように給電用の給電導体161が配置され、給電端子162を介してこれから給電が行われるようになっている。給電端子162は、メッキ、ターミネート、印刷、スパッタ、蒸着等の処理を行い、銅、金、パラジウム、白金、アルミニウム等により形成することができる。その他の構成要素は実施例8と同様であり、同一構成要素には同一符号を付して説明を省略する。

【0149】＜実施例10＞図33、図34は、本発明の第10の実施態様である多層型のパッチアンテナを示した図であり、図33は透視斜視図、図34は断面図を表している。

【0150】図において、パッチアンテナ170は、ハイブリッド材により形成されている構成層（プリプレグないし基板）150a、150bと、この構成層150a、150b上に形成されているパッチ導体159a、159eと、このパッチ導体159a、159eに対向するように構成層150bの底面に形成されたGND導体155とを有する。また、パッチ導体159aには給電用のスルー導体154が給電部153aで接続され、このスルー導体154はGND導体155およびパッチ導体159eとは接続されないようにGND導体155およびパッチ導体159eとの間にギャップ156が設けられている。このため、GND導体155の下部からスルー導体154を通してパッチ導体159aに給電が行われるようになっている。このときパッチ導体159eにはパッチ導体159aとの容量結合およびスルー導体154とのギャップによって形成される容量により給電される。その他の構成要素は実施例9と同様であり、同一構成要素には同一符号を付して説明を省略する。



【0151】<実施例11>図35、図36は本発明の第11の実施態様である多連型のパッチアンテナを示したであり、図35は透視斜視図、図36は断面図を表している。

【0152】この例では、実施例10において単独で構成されていたパッチアンテナを、複数アレイ状に並べて4連とした態様を表している。図において、ハイブリッド材により形成されている構成層150a、150bと、この構成層150a上に形成されているパッチ導体159a、159b、159c、159dと、構成層150b上に形成されているパッチ導体159e、159f、159g、159hと、このパッチ導体159a～159hに対向するように構成層150bの底面に形成されたGND導体155とを有する。その他の構成要素は実施例10と同様であり、同一構成要素には同一符号を付して説明を省略する。

【0153】このようにアレイ状に形成することにより、セットの小型化と部品点数の削減が可能となる。

【0154】<実施例12>図37～図39は、本発明の第12の実施態様を示したVCO（電圧制御発振器）を示している。ここで図37は透視斜視図、図38は断面図、図39は等価回路図である。

【0155】図37～39において、VCOは、構成層210a～210gが積層された積層体の上に形成、配置されたコンデンサ、インダクタ、半導体、レジスタ等の電子部品261と、この構成層210a～210g中およびその上下面に形成されている導体パターン262、263、264を有する。このVCOは図39に示すような等価回路により構成されているため、ストリップライン263、コンデンサ、信号線、半導体、電源ラインなどを有する。このため、それぞれの機能に適した材料で構成層を形成するのが効果的である。

【0156】構成層210a～210gには、少なくとも1種または2種以上の誘電体材料粉、1種または2種以上の磁性材料粉、および1種または2種以上の誘電体被覆金属粉、または1種または2種以上の絶縁体被覆磁性金属粉から選択される2種以上の材料粉と、樹脂材料とを含有する層を有する。

【0157】全ての層は、同じ構成材料により形成されている必要はなく、それぞれ異なってもよい。

【0158】また、素体強度を保つために、前記樹脂中にガラスクロス材を埋設してもよい。

【0159】特に、VCOの場合、図39の等価回路に示すような共振器、コンデンサ、インダクタ、信号線、半導体への電源ライン等から構成されている。このため、それぞれの機能に適した材料を構成層毎に使用するのが効果的である。

【0160】ここでは、共振器の層210f、210gには、本発明の少なくとも1種または2種以上の誘電体材料粉、1種または2種以上の磁性材料粉、および1種

または2種以上の誘電体被覆金属粉、または1種または2種以上の絶縁体被覆磁性金属粉から選択される2種以上の材料粉と、樹脂材料とを含有する層が効果的である。

【0161】コンデンサ構成層210c～210eには、誘電正接が0.0075～0.025、比誘電率が5～40となるようなセラミック破砕粉をコンポジットしたハイブリッド材を用いることが好ましい。配線、およびインダクタ構成層210a、210bには、誘電正接が0.0025～0.0075、比誘電率が2.6～3.5の樹脂材料（材料粉を含まない）を用いることが好ましい。

【0162】各構成層210a～210gの表面には、内部導体であるストリップライン263、GND導体262、コンデンサ導体264、配線インダクタ導体265、および端子導体266が形成されている。また、それぞれの内部導体はビアホール214により上下に接続され、表面にはマウントされた電子部品261が搭載されて図39の等価回路に示すようなVCOが形成される。

【0163】VCOの形状を決定する要因として、共振器の影響が極めて大きい。従って、共振器をできるだけ小さくするためには、比誘電率 $\epsilon$ 、比透磁率 $\mu$ はできるだけ高い方がよい。従って、誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、および絶縁体被覆磁性金属粉を組み合わせることにより高比誘電率 $\epsilon$ 、高比透磁率 $\mu$ とすることができる。また、用途別に以下のような誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、および絶縁体被覆磁性金属粉を組み合わせることが好ましい。

【0164】（1）使用周波数が高い場合、高周波特性のよい磁性材料粉を使用する必要がある。例えば、誘電体材料粉として、 $\text{BaTiO}_3 - \text{BaZrO}_3$ 系（誘電率：9000）のものを、磁性材料粉として、カーボニール鉄を用いることにより、波長短縮効果が非常に高く、小型で高周波まで使用可能な共振器とすることができる。

（2）数十MHz～100MHzの周波数帯域で用いる場合、単結晶フェライトと $\text{BaTiO}_3 - \text{BaZrO}_3$ 系（誘電率：9000）誘電体材料粉とを用いることにより、小型、かつ上記周波数範囲で非常に特性の優れた共振器を得ることができる。

（3）広帯域で用いる場合、カーボニール鉄と、単結晶フェライトと、 $\text{BaTiO}_3 - \text{BaZrO}_3$ 系誘電体材料粉とを用いることにより、小型、かつ広帯域で特性の優れた共振器を得ることができる。

（4）要求特性が厳しく、高いQを必要とされる場合、誘電体材料粉として $\text{BaO} - \text{TiO}_2 - \text{Nd}_2\text{O}_3$ 系、または $\text{BaO} - 4\text{TiO}_2$ 系の材料を用いてQ特性を向上させると共に、他の要求される特性に応じて、他の材料粉を混合することで、高いQで良好な特性の共振器を

得ることができる。

【0165】このように構成することにより、それぞれの機能に適した誘電率、Q、誘電正接とすることができ、高性能化、小型、薄型化が可能となる。

【0166】＜実施例13＞図40～図43は、本発明の第13の実施態様を示したRFモジュールを示している。ここで図40は斜視図、図41は外装部材を外した状態の斜視図、図42は各構成層の分解斜視図、図43は断面図である。

【0167】図40～43において、RFモジュールは、構成層500a～500iが積層された積層体の上に形成、配置されたコンデンサ、インダクタ、半導体、レジスタ等の電子部品561と、この構成層500a～500i中およびその上下面に形成されている導体パターン513、515、572と、アンテナパターン573を有する。このRFモジュールは、上記のようにインダクタ、コンデンサ、信号線、半導体への電源ラインなどを有する。このため、それぞれの機能に適した材料で構成層を形成するのが効果的である。

【0168】この例では、アンテナ構成、ストリップライン構成および配線構成層500a～500d、500gには、使用する周波数に合わせて調整された本発明の少なくとも1種または2種以上の誘電体材料粉、1種または2種以上の磁性材料粉、および1種または2種以上の誘電体被覆金属粉、または1種または2種以上の絶縁体被覆磁性金属粉から選択される2種以上の材料粉と、樹脂材料とを含有する層が効果的である。

【0169】コンデンサ構成層500e～500fには、誘電正接が0.0075～0.025、比誘電率が10～40となるような誘電体セラミック破砕粉を含有するハイブリッド材を用いることが好ましい。電源ライン層500h～500iには、透磁率が3～20となるように調整されたフェライト磁性材料粉を含有するハイブリッド材を用いることが好ましい。

【0170】そして、これらの構成層500a～500iの表面には、内部導体513、GND導体515、アンテナ導体573等が形成されている。また、それぞれの内部導体はビアホール514により上下に接続され、表面にはマウントされた電子部品561が搭載されてRFモジュールが形成される。

【0171】このように構成することにより、それぞれの機能に適した誘電率、Q、誘電正接とすることができ、高性能化、小型、薄型化が可能となる。

【0172】＜実施例14＞図44、図45は、本発明の第14の実施態様を示した共振器を示している。ここで図44は透過斜視図、図45は断面図である。

【0173】図44、45において、共振器は、ベース材610に貫通孔状の同軸型導体641が形成されている。その形成方法は、実施例4のブロックフィルタと同様である。すなわち、金型成形されたベース材610

に、メッキ、エッチング、印刷、スパッタ、蒸着等の処理を行い、銅、金、パラジウム、白金、アルミニウム等により形成された表面GND導体647、およびこの表面GND導体647と端部電極682で接続された同軸導体641と、同軸導体641と接続されている共振器用HOT端子681等を形成する。そして、同軸導体641は、ある特性インピーダンスを有する同軸型線路であり、これらを囲むように表面GND導体647が形成されている。

【0174】この共振器のベース材610は、少なくとも1種または2種以上の誘電体材料粉、1種または2種以上の磁性材料粉、および1種または2種以上の誘電体被覆金属粉、または1種または2種以上の絶縁体被覆磁性金属粉から選択される2種以上の材料粉と、樹脂材料とを含有する。

【0175】共振器を設計するに当たって、比誘電率、比透磁率はできるだけ大きい方がよい。また、用途別に以下のような誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、および絶縁体被覆磁性金属粉を組み合わせることが好ましい。

【0176】(1) 使用周波数が高い場合、高周波特性のよい磁性材料粉を使用する必要がある。例えば、誘電体材料粉として、 $\text{BaTiO}_3$  -  $\text{BaZrO}_3$  系（誘電率：9000）のものを、磁性材料粉として、カーボニール鉄を用いることにより、波長短縮効果が非常に高く、小型で高周波まで使用可能な共振器とすることができる。

(2) 数十MHz～100MHzの周波数帯域で用いる場合、単結晶フェライトと $\text{BaTiO}_3$  -  $\text{BaZrO}_3$  系（誘電率：9000）誘電体材料粉とを用いることにより、小型、かつ上記周波数範囲で非常に特性の優れた共振器を得ることができる。

(3) 広帯域で用いる場合、カーボニール鉄と、単結晶フェライトと、 $\text{BaTiO}_3$  -  $\text{BaZrO}_3$  系誘電体材料粉とを用いることにより、小型、かつ広帯域で特性の優れた共振器を得ることができる。

(4) 要求特性が厳しく、高いQを必要とされる場合、誘電体材料粉として $\text{BaO-TiO}_2$  -  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  系、または $\text{BaO-4TiO}_2$  系の材料を用いてQ特性を向上させると共に、他の要求される特性に応じて、他の材料粉を混合することで、高いQで良好な特性の共振器を得ることができる。

【0177】＜実施例15＞図46、図47は、本発明の第15の実施態様を示したストリップ共振器を示している。ここで図46は透過斜視図、図47は断面図である。

【0178】図46、47において、ストリップ共振器は、長方形のストリップ導体784と、これを構成層710を介して上下面より挟み込むようにして配置された矩形状のGND導体783とを有する。また、ストリッ

ブ導体784両端には共振器用共振器用HOT端子781、およびGND端子782が形成され接続されている。

【0179】この共振器の構成層710の材料は、少なくとも1種または2種以上の誘電体材料粉、1種または2種以上の磁性材料粉、および1種または2種以上の誘電体被覆金属粉、または1種または2種以上の絶縁体被覆磁性金属粉から選択される2種以上の材料粉と、樹脂材料とを含有する。

【0180】また、素体強度を保つために、前記樹脂中にガラスクロス材を埋設してもよい。

【0181】共振器を設計するに当たって、比誘電率、比透磁率はできるだけ大きい方がよい。また、用途別に以下のような誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、および絶縁体被覆磁性金属粉を組み合わせることが好ましい。

【0182】(1) 使用周波数が高い場合、高周波特性のよい磁性材料粉を使用する必要がある。例えば、誘電体材料粉として、 $\text{BaTiO}_3 - \text{BaZrO}_3$ 系(誘電率:9000)のものを、磁性材料粉として、カーボニール鉄を用いることにより、波長短縮効果が非常に高く、小型で高周波まで使用可能な共振器とすることができる。

(2) 数十MHz~100MHzの周波数帯域で用いる場合、単結晶フェライトと $\text{BaTiO}_3 - \text{BaZrO}_3$ 系(誘電率:9000)誘電体材料粉とを用いることにより、小型、かつ上記周波数範囲で非常に特性の優れた共振器を得ることができる。

(3) 広帯域で用いる場合、カーボニール鉄と、単結晶フェライトと、 $\text{BaTiO}_3 - \text{BaZrO}_3$ 系誘電体材料粉とを用いることにより、小型、かつ広帯域で特性の優れた共振器を得ることができる。

(4) 要求特性が厳しく、高いQを必要とされる場合、誘電体材料粉として $\text{BaO}-\text{TiO}_2-\text{Nd}_2\text{O}_3$ 系、または $\text{BaO}-4\text{TiO}_2$ 系の材料を用いてQ特性を向上させると共に、他の要求される特性に応じて、他の材料粉を混合することで、高いQで良好な特性の共振器を得ることができる。

【0183】<実施例16>図48は、本発明の第16の実施態様を示した共振器を示す透過斜視図である。

【0184】図48において、共振器は実施例14同様に、ベース材810に2つの貫通孔状の同軸型導体841、842が形成されている。そして、表面GND導体847、およびこの表面GND導体847と端部電極882で接続された同軸導体842と、同軸導体842と接続用電極885を介して接続されている同軸導体841と、この同軸導体841と接続されている共振器用HOT端子881等を形成する。そして、同軸導体841、842は、ある特性インピーダンスを有する同軸型線路であり、これらを囲むように表面GND導体847

が形成されている。

【0185】この共振器のベース材810も、実施例14と同様のものを用いることが好ましい。

【0186】<実施例17>図49は、本発明の第17の実施態様を示したストリップ共振器を示す透過斜視図である。

【0187】図49において、ストリップ共振器はコ字状のストリップ導体884と、これを構成層810を介して上下面より挟み込むようにして配置された矩形状のGND導体883とを有する。また、ストリップ導体884の両端には共振器用HOT端子881、およびGND端子882が形成され接続されている。その他の構成は実施例15と同様である。

【0188】この共振器の構成層810の材料は、少なくとも1種または2種以上の誘電体材料粉、1種または2種以上の磁性材料粉、および1種または2種以上の誘電体被覆金属粉、または1種または2種以上の絶縁体被覆磁性金属粉から選択される2種以上の材料粉と、樹脂材料とを含有する。

【0189】また、素体強度を保つために、前記樹脂中にガラスクロス材を埋設してもよい。

【0190】共振器を設計するに当たって、比誘電率、比透磁率はできるだけ大きい方がよい。また、用途別に以下のような誘電体材料粉、磁性材料粉、誘電体被覆金属粉、および絶縁体被覆磁性金属粉を組み合わせることが好ましい。

【0191】(1) 使用周波数が高い場合、高周波特性のよい磁性材料粉を使用する必要がある。例えば、誘電体材料粉として、 $\text{BaTiO}_3 - \text{BaZrO}_3$ 系(誘電率:9000)のものを、磁性材料粉として、カーボニール鉄を用いることにより、波長短縮効果が非常に高く、小型で高周波まで使用可能な共振器とすることができる。

(2) 数十MHz~100MHzの周波数帯域で用いる場合、単結晶フェライトと $\text{BaTiO}_3 - \text{BaZrO}_3$ 系(誘電率:9000)誘電体材料粉とを用いることにより、小型、かつ上記周波数範囲で非常に特性の優れた共振器を得ることができる。

(3) 広帯域で用いる場合、カーボニール鉄と、単結晶フェライトと、 $\text{BaTiO}_3 - \text{BaZrO}_3$ 系誘電体材料粉とを用いることにより、小型、かつ広帯域で特性の優れた共振器を得ることができる。

(4) 要求特性が厳しく、高いQを必要とされる場合、誘電体材料粉として $\text{BaO}-\text{TiO}_2-\text{Nd}_2\text{O}_3$ 系、または $\text{BaO}-4\text{TiO}_2$ 系の材料を用いてQ特性を向上させると共に、他の要求される特性に応じて、他の材料粉を混合することで、高いQで良好な特性の共振器を得ることができる。

【0192】図50は、上記実施例14~17の共振器の等価回路図を示している。図において、共振器用HO

T端子981は同軸路、またはストリップラインから構成される共振器984、941の一端に接続され、その他端にはGND端子982が接続されている。

【0193】本発明は、上記に例示した電子部品以外に、上記同様の手法で、ディレイライン、ダイプレクサ、デュプレクサ、アンテナスイッチモジュール、PLLモジュール、フロントエンドモジュール、チューナーユニット、方向性結合器、ダブルバランストミキサー(DBM)、電力合成器、電力分配器、磁気シールド板等に応用することができる。

【0194】以上の各実施例において、必要によりハロゲン化リン酸エステル、ブロム化エポキシ樹脂等のハロゲン化物、また、リン酸エステルアミド系等の有機化合物や、三酸化アンチモン、水素化アルミニウム等の無機材料等の難燃剤を各構成層中に添加してもよい。

【0195】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、複数のハイブリッド材を組み合わせることで、波長短縮効果が高く、高周波特性にも優れ、小型で高性能の、ひいては総合的な電気的特性に優れた電子部品を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電子部品の構成例であるバルントランスを示す図である。

【図2】本発明の電子部品の構成例であるバルントランスを示す図である。

【図3】本発明の電子部品の構成例であるバルントランスを示す図である。

【図4】本発明の電子部品の構成例であるバルントランスを示す等価回路図である。

【図5】本発明の電子部品の構成例である積層フィルタを示す図である。

【図6】本発明の電子部品の構成例である積層フィルタを示す図である。

【図7】本発明の電子部品の構成例である積層フィルタを示す等価回路図である。

【図8】本発明の電子部品の構成例である積層フィルタの伝達特性を示す図である。

【図9】本発明の電子部品の構成例である積層フィルタを示す図である。

【図10】本発明の電子部品の構成例である積層フィルタを示す図である。

【図11】本発明の電子部品の構成例である積層フィルタを示す等価回路図である。

【図12】本発明の電子部品の構成例である積層フィルタの伝達特性を示す図である。

【図13】本発明の電子部品の構成例であるブロックフィルタを示す図である。

【図14】本発明の電子部品の構成例であるブロックフィルタを示す図である。

【図15】本発明の電子部品の構成例であるブロックフィルタを示す図である。

【図16】本発明の電子部品の構成例であるブロックフィルタを示す図である。

【図17】本発明の電子部品の構成例であるブロックフィルタの等価回路を示す図である。

【図18】本発明の電子部品の構成例であるブロックフィルタの金型を示す図である。

【図19】本発明の電子部品の構成例であるカブラを示す図である。

【図20】本発明の電子部品の構成例であるカブラを示す図である。

【図21】本発明の電子部品の構成例であるカブラを示す図である。

【図22】本発明の電子部品の構成例であるカブラの内部結線を示す図である。

【図23】本発明の電子部品の構成例であるカブラの等価回路を示す図である。

【図24】本発明の電子部品の構成例であるアンテナを示す図である。

【図25】本発明の電子部品の構成例であるアンテナを示す図である。

【図26】本発明の電子部品の構成例であるアンテナを示す図である。

【図27】本発明の電子部品の構成例であるアンテナを示す図である。

【図28】本発明の電子部品の構成例であるアンテナを示す図である。

【図29】本発明の電子部品の構成例であるパッチアンテナを示す図である。

【図30】本発明の電子部品の構成例であるパッチアンテナを示す図である。

【図31】本発明の電子部品の構成例であるパッチアンテナを示す図である。

【図32】本発明の電子部品の構成例であるパッチアンテナを示す図である。

【図33】本発明の電子部品の構成例であるパッチアンテナを示す図である。

【図34】本発明の電子部品の構成例であるパッチアンテナを示す図である。

【図35】本発明の電子部品の構成例であるパッチアンテナを示す図である。

【図36】本発明の電子部品の構成例であるパッチアンテナを示す図である。

【図37】本発明の電子部品の構成例であるVCOを示す図である。

【図38】本発明の電子部品の構成例であるVCOを示す図である。

【図39】本発明の電子部品の構成例であるVCOを示す等価回路図である。

【図 4 0】本発明の電子部品の構成例である RF モジュールを示す図である。

【図 4 1】本発明の電子部品の構成例である RF モジュールを示す図である。

【図 4 2】本発明の電子部品の構成例である RF モジュールを示す図である。

【図 4 3】本発明の電子部品の構成例である RF モジュールを示す図である。

【図 4 4】本発明の電子部品の構成例である共振器を示す図である。

【図 4 5】本発明の電子部品の構成例である共振器を示す図である。

【図 4 6】本発明の電子部品の構成例である共振器を示す図である。

【図 4 7】本発明の電子部品の構成例である共振器を示す図である。

【図 4 8】本発明の電子部品の構成例である共振器を示す図である。

【図 4 9】本発明の電子部品の構成例である共振器を示す図である。

【図 5 0】本発明の電子部品の構成例である共振器の等価回路を示す図である。

【図 5 1】ハイブリッド材の Q-周波数特性を示すグラフである。

【図 5 2】本発明に用いる銅箔付基板の形成例を示す工程図である。

【図 5 3】本発明に用いる銅箔付基板の形成例を示す他の工程図である。

【図 5 4】銅箔付基板の形成例を示す工程図である。

【図 5 5】銅箔付基板の形成例を示す他の工程図である。

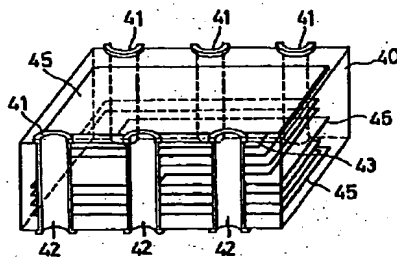
【図 5 6】多層基板の形成例を示す工程図である。

【図 5 7】多層基板の形成例を示す工程図である。

【符号の説明】

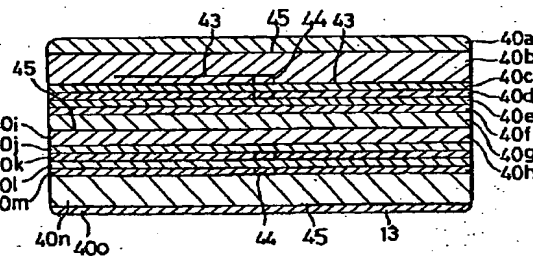
- 4 0 パルントランス 4 0
- 4 0 a ~ 4 0 o 構成層
- 4 5 GND 導体
- 4 3 内部導体 4 3
- 6 0 積層フィルタ
- 8 0 ブロックフィルタ
- 1 1 0 カプラ
- 1 3 0、1 4 0 アンテナ
- 1 5 0、1 6 0、1 7 0 パッチアンテナ

【図 1】



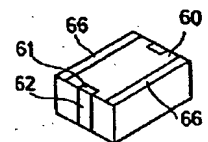
【図 4】

【図 2】

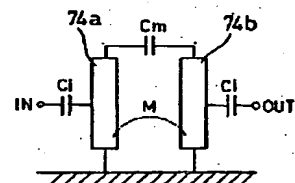


【図 6】

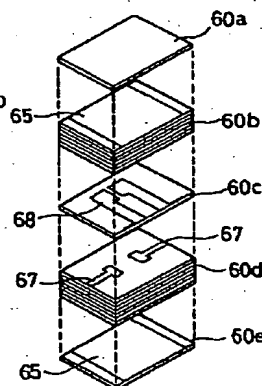
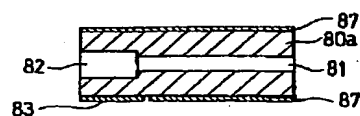
【図 5】



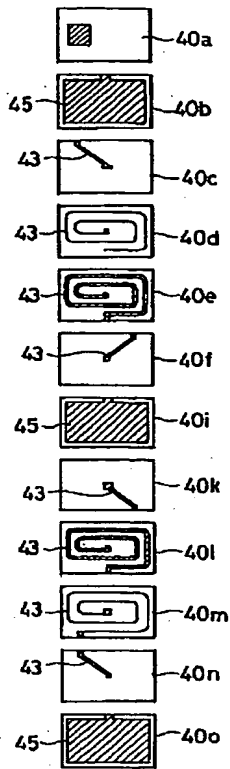
【図 7】



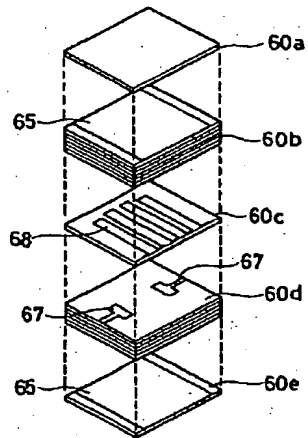
【図 1 5】



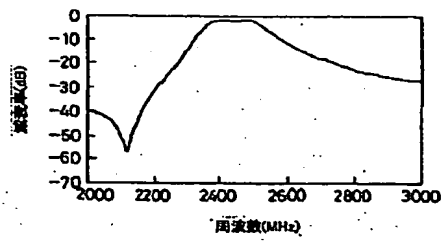
【図 3】



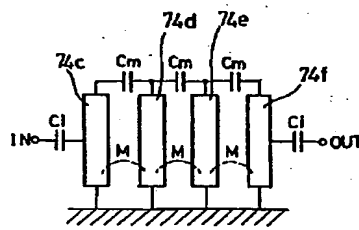
【図 10】



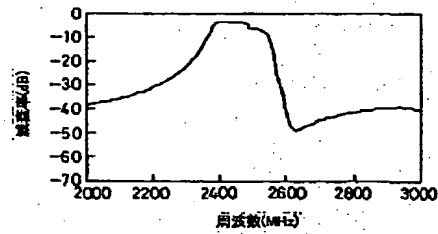
【図 8】



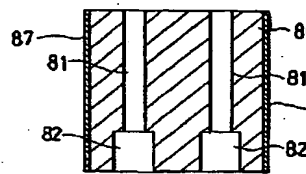
【図 11】



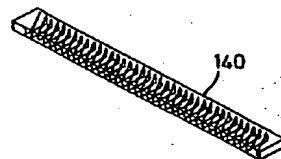
【図 12】



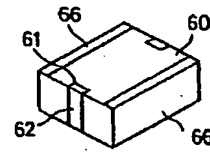
【図 16】



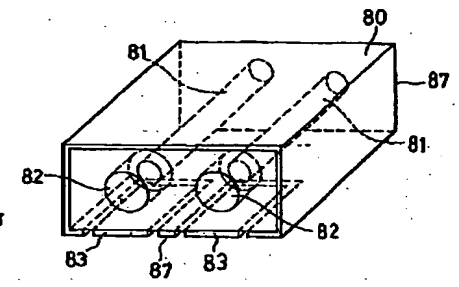
【図 27】



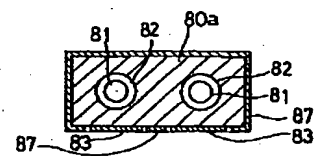
【図 9】



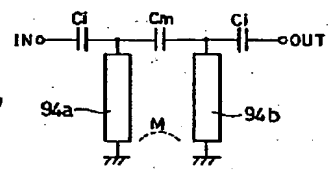
【図 13】



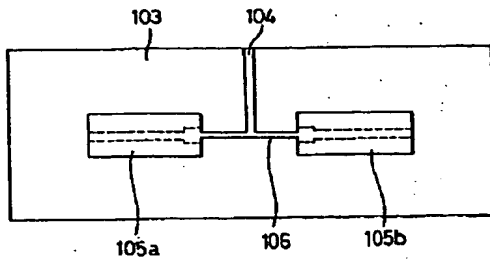
【図 14】



【図 17】

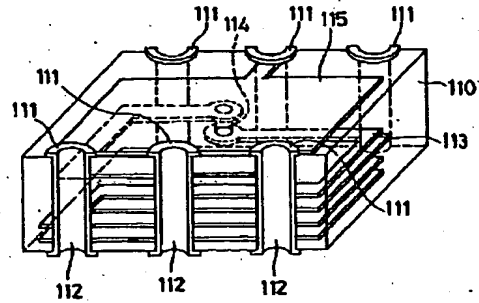


【図 18】



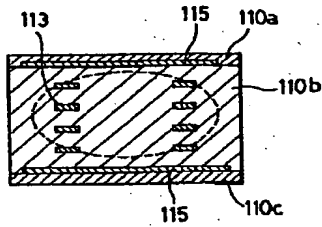
【図 20】

【図 19】

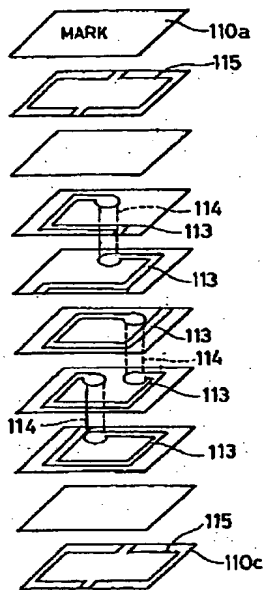


【図 21】

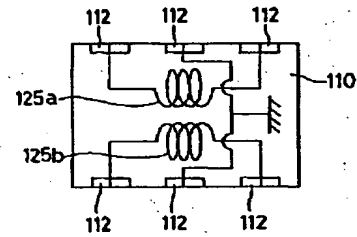
【図 22】



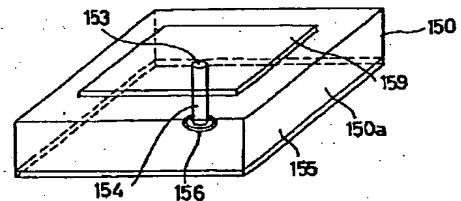
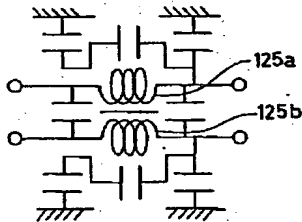
【図 23】



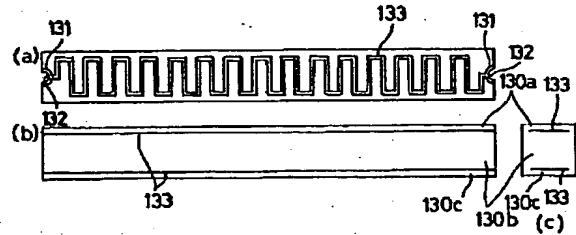
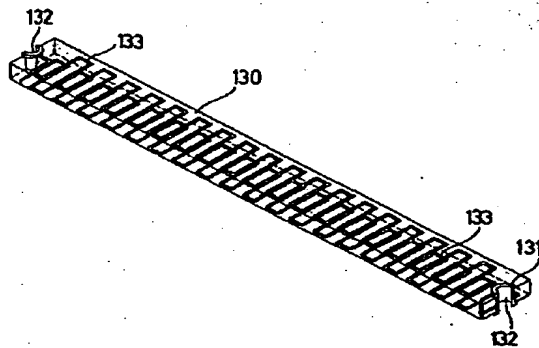
【図 24】



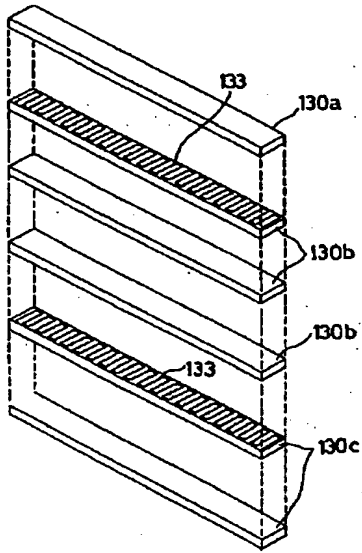
【図 29】



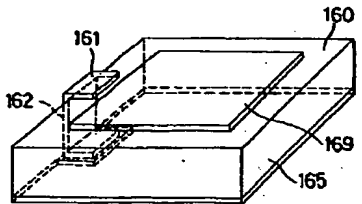
【図 25】



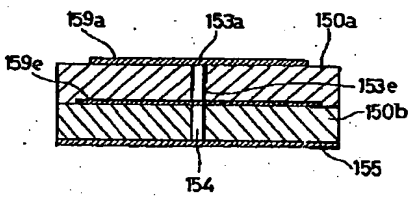
【図 2 6】



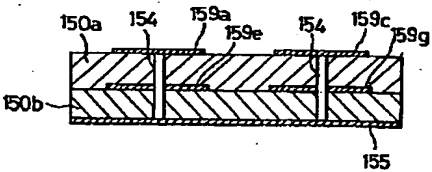
【図 3 1】



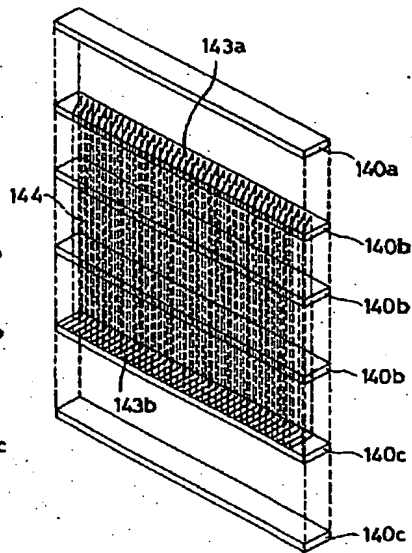
【図 3 4】



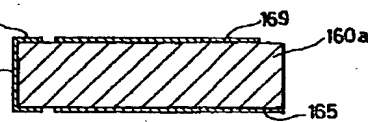
【図 3 6】



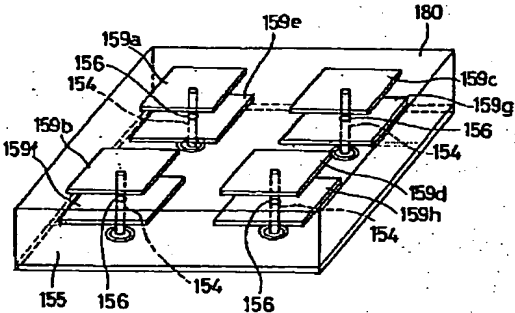
【図 2 8】



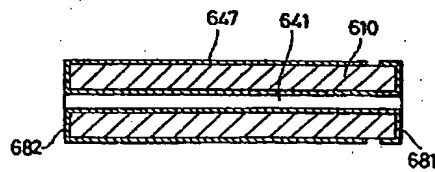
【図 3 2】



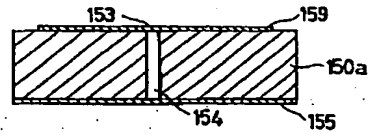
【図 3 5】



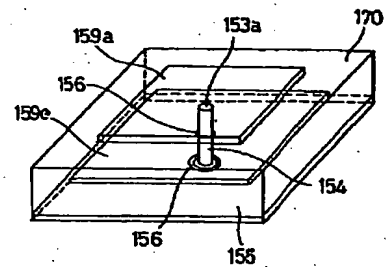
【図 4 5】



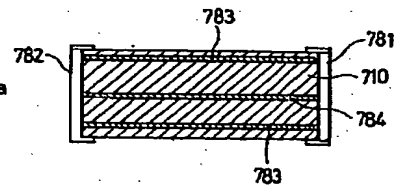
【図 3 0】



【図 3 3】

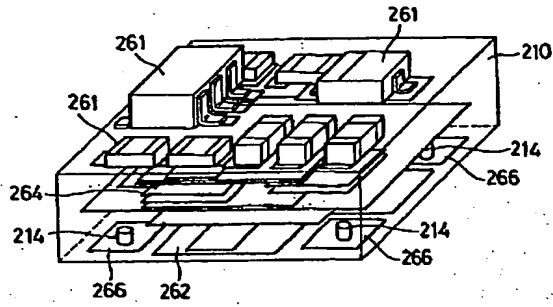


【図 4 7】

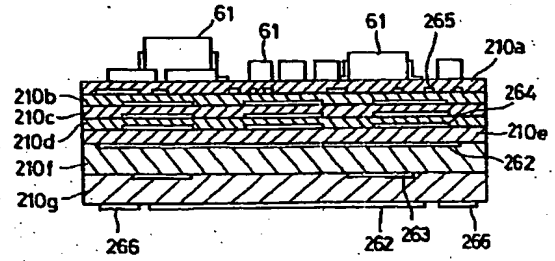




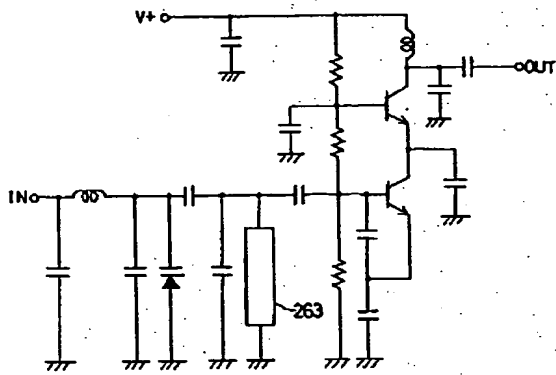
【图 37】



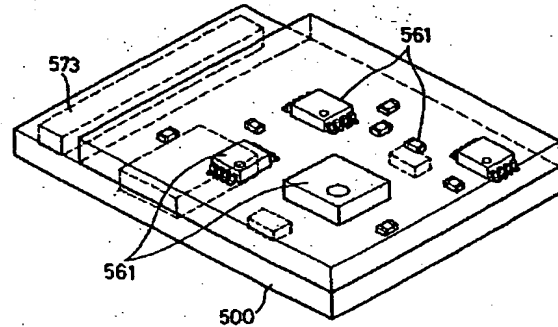
【图 38】



【图 39】

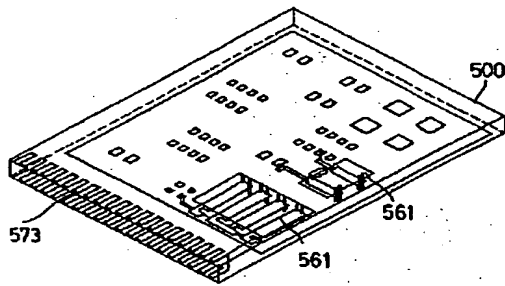


【图 40】

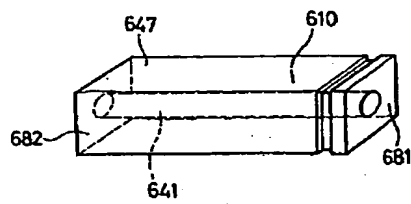
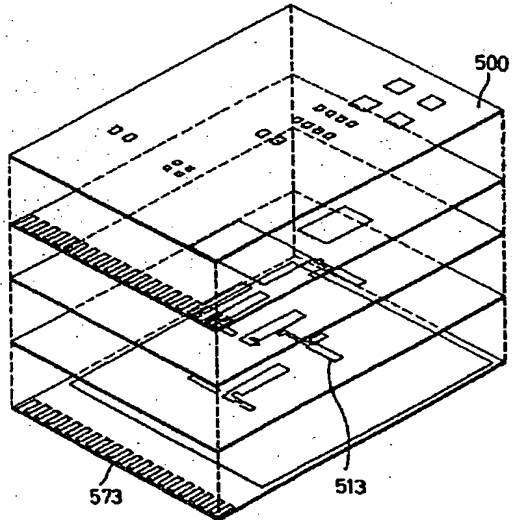


【图 41】

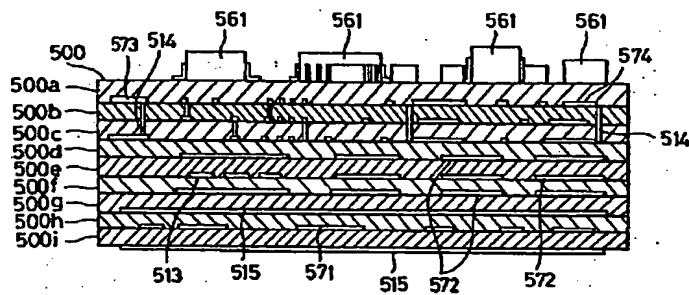
【图 42】



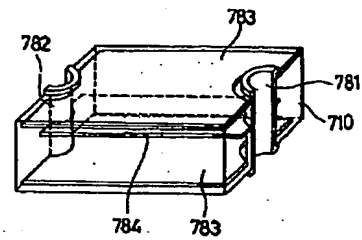
【图 44】



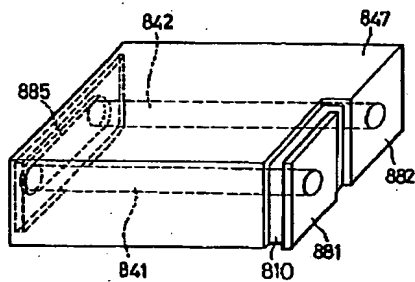
【図43】



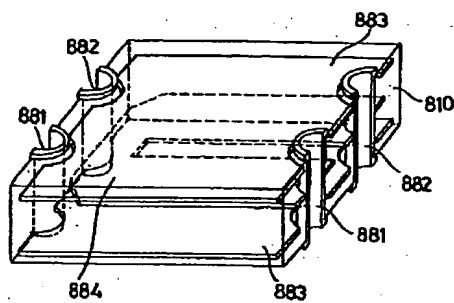
【図46】



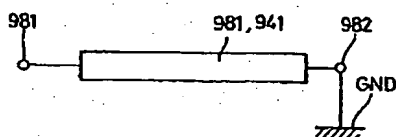
【図48】



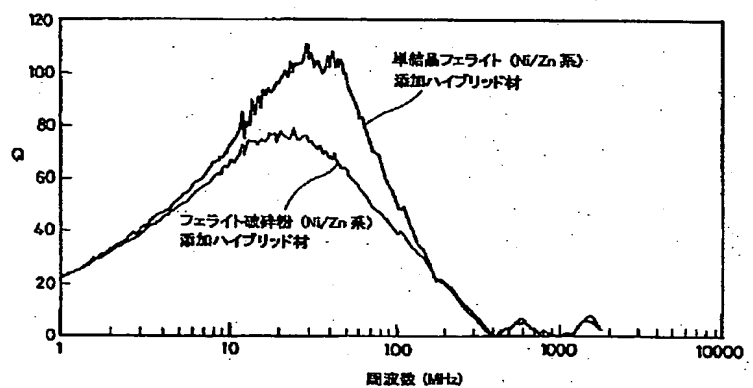
【図49】



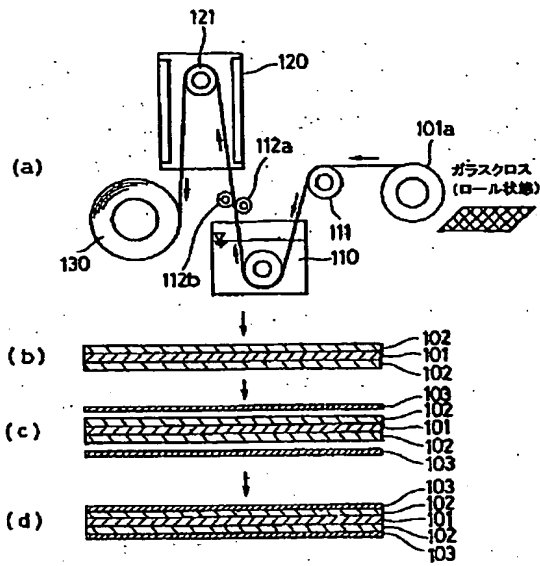
【図50】



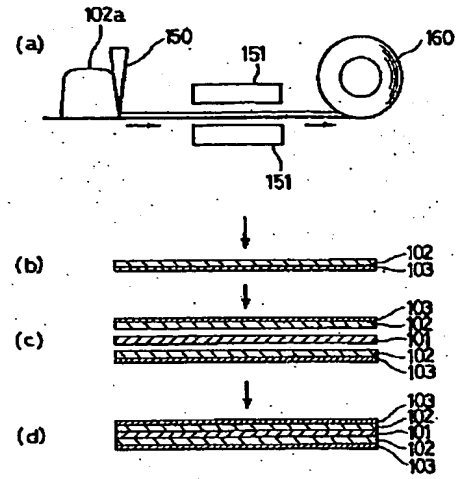
【図51】



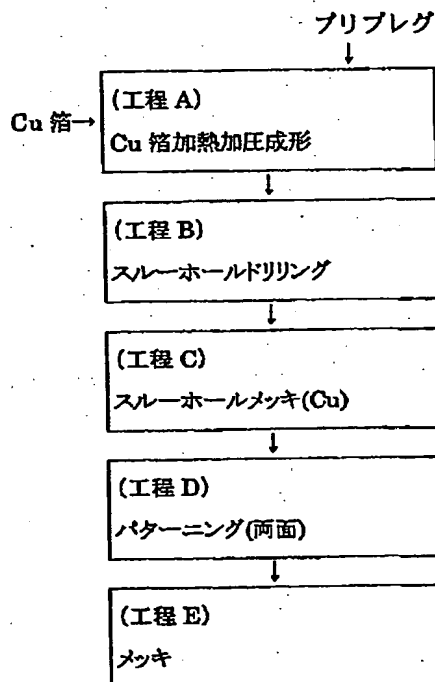
【図52】



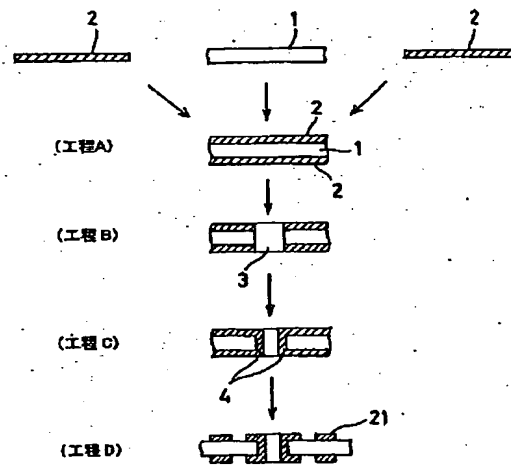
【図53】



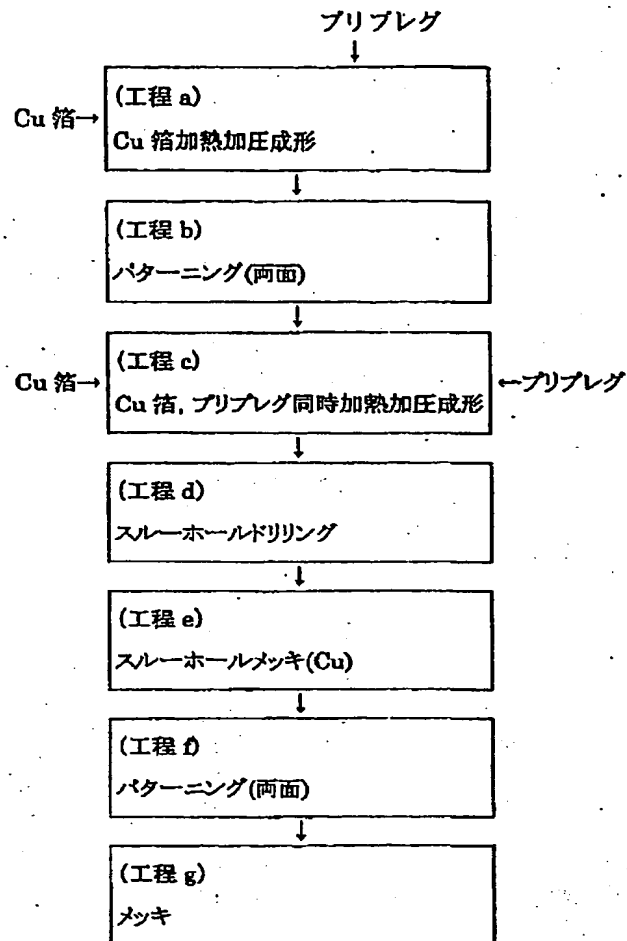
【図54】



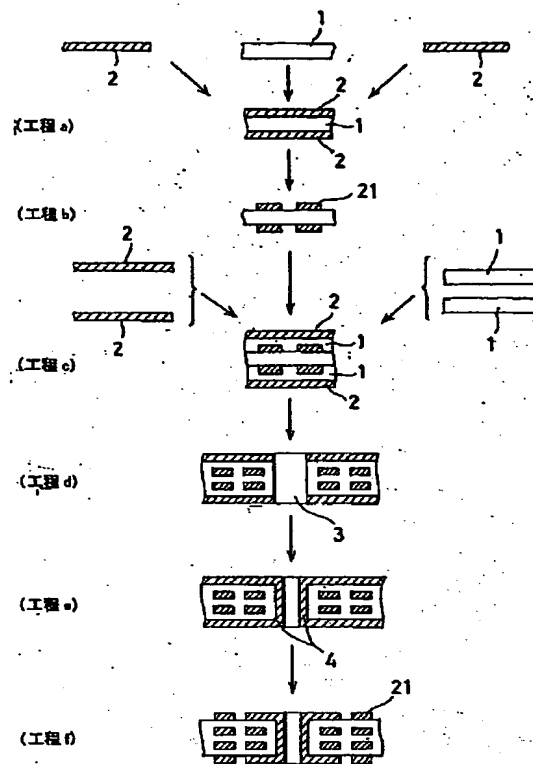
【図55】



【図56】



【図57】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

H 0 1 P 1/205  
H 0 3 B 5/18  
H 0 3 H 7/075  
7/09

識別記号

F I

H 0 3 B 5/18  
H 0 3 H 7/075  
7/09  
H 0 1 G 4/40

テーマコード(参考)

C 5 J 0 8 1  
A  
A  
A

Fターム(参考) 4F100 AA23B AA23C AA23H AA34H  
AB01B AB01C AB01H AD00B  
AD00C AD00H AG00 AK01B  
AK01C AK53 AR00A BA02  
BA03 BA04 BA05 BA10B  
BA10C CA08B CA08C CA30B  
CA30C DG12 GB41 GB43  
JA11B JA11C JA11H JG01A  
JG04B JG04C JG04H JG05B  
JG05C JG05H JG10  
5E070 AA05 AA16 AB01 BA12 BB03  
CB03 CB12 CB17  
5E082 AA01 AB03 BB02 BB05 CC03  
DD13 EE04 EE16 EE23 EE35  
FF05 FG06 FG26 GG10 KK08  
LL15  
5J006 HB03 HB21 JA00  
5J024 AA01 BA11 CA06 DA01 DA29  
EA09  
5J081 AA11 CC42 DD03 EE06 EE18  
GG05 KK02 KK09 KK22 MM01  
MM06 MM07 MM08 MM09

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**